STIINTA
INVINGE

AURELIAN BALTARETU

MINUNILE CHIMIEI

AURELIAN BĂLTĂREȚU

MINUNILE CHIMIEI

EDITURA TINERETULUI

Chimia și agricultura... Două științe care pînă nu de mult n-aveau nici o legătură. În ultimele decenii însă, o dată cu dezvoltarea chimiei, agricultura a început să folosească tot mai mult cuceririle ei, în vederea ridicării producției. Astăzi chimia și agricultura își dau mîna. Se ajută reciproc. Prima furnizează celei de-a doua nenumărate substanțe chimice— de la îngrășăminte pînă la produse speciale pentru dirijarea creșterii plantelor și formarea solului. Agricultura — și lumea vegetală în general — pune la dispoziția chimiei cele mai variate materii prime, pe care „meșterii eprubetelor" — chimiștii — le transformă în bunuri valoroase.

Astfel, puțini sînt cei care știu că din paie se poate face hîrtie, mătase ; că din scoarța stejarului, molidului, salciei se extrag substanțe tanante pentru industria pielăriei ; că din seva mesteacănului se prepară o substanță folosită la conservarea sîngelui ; că mugurii de plop servesc la fabricarea lacului de lustruit ; că din frunzulițe de brad, zadă, molid se extrag uleiuri eterice folosite la fabricarea camforului artificial. Dar cîte nu obține chimia din plantele cultivate sau sălbatice, într-un cuvînt, din resursele vegetale. La noi în țară, acestea au început abia în anii regimului democrat-popular să fie puse în valoare. În Raportul C.C. al P.M.R. prezentat de tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej la Congresul al III-lea al P.M.R., cu privire la planul de dezvoltare al economiei naționale pe anii 1960—1965, se arată că „un element caracteristic al industrializării în această perioadă este trecerea la valorificarea supe-

rioară a resurselor naturale". Aceste „resurse naturale" sînt reprezentate, printre altele, și de lemn, stuf, pășuni, fînețe, paie etc.

Legătura apărută între agricultură și chimie, în vederea obținerii de recolte bogate, a dus la nașterea unei noi științe: agrochimia. Aceasta se ocupă cu studiul substanțelor nutritive folosite în agricultură, cercetează problemele nutriției în legătură cu aplicarea îngrășămintelor chimice etc.

Rezultatele colaborării dintre chimie și agricultură pot fi văzute azi de oricine pe cîmpurile gospodăriilor agricole, în fabrici și uzine. Acolo unde ieri țăranul — trudind din greu — abia-și scotea sămînța, ruptă adeseori de la gura copiilor, cresc azi bogate lanuri unduitoare de grîu, porumb sau alte plante. De ce? Fiindcă, prin grija partidului, loturile fărîmițate au fost unite, permițînd „armăsarului de oțel" să tragă brazdă adîncă, să îngroape sub ea semințe și îngrășăminte chimice, „păsării de oțel" să arunce din văzduh substanțe ucigătoare pentru buruieni și dăunători, apelor să vină pe canale speciale pînă la rădăcina plantelor etc.

O producție mare de cereale, legume, plante industriale și furajere este una din cele mai importante condiții pentru întărirea puterii economice a patriei noastre. De aceea partidul a acordat și acordă o grijă deosebită dezvoltării agriculturii. Dar agricultura nu se poate dezvolta fără ajutorul altor științe. Mecanica a creat pentru ea diferite feluri de mașini; biologia noi soiuri de plante; chimia și-a adus și ea aportul său substanțial. Ținînd seama de acestea, în țara noastră au luat ființă uzine de tractoare și mașini agricole, institute de cercetări și fabrici de îngrășăminte chimice, insecticide, fungicide, raticide, ierbicide etc.

Lucrînd pămîntul după cele mai noi metode, folosind mașinile cele mai moderne, utilizînd cantități tot mai sporite de îngrășăminte, recoltele cresc an de an. Crește belșugul de produse agro-alimentare și indus-

triale. Agricultura — cu toate sectoarele sale — devine din zi în zi un furnizor tot mai serios pentru industria chimică și prelucrătoare.

Pentru a produce în anul 1965 cantitatea de 14—16 milioane tone de cereale și leguminoase boabe, adică cu 70—80% mai mult ca în anul 1959, așa cum prevăd Directivele celui de al III-lea Congres al P.M.R., industria chimică are de îndeplinit o sarcină de mare răspundere : aceea de a livra agriculturii îngrășăminte chimice, care să cuprindă 500 000 tone substanță activă. În acest scop, în anii regimului democrat-popular au fost înălțate fabrici și secții moderne.

Sporirea continuă a producției agricole, în vederea ridicării nivelului de trai al oamenilor muncii, este proprie societății socialiste, spre deosebire de regimul capitalist, unde, așa cum a arătat Karl Marx în măreața sa operă „Capitalul" : „orice progres al agriculturii capitaliste nu este numai un progres în arta de a-l jefui pe muncitor, dar în același timp și în arta de a jefui pămîntul".

Valorificarea pe cale chimică a producției vegetale a pus în fața muncitorilor, tehnicienilor, inovatorilor și inventatorilor din țara noastră sarcini deosebite. Îndrumați continuu de partid, ei au înălțat noi unități industriale, unde produsele agricole sau vegetale sînt prelucrate și transformate în bunuri de larg consum.

Constructorii au schimbat fața țării. Pînă mai ieri „eminamente agricolă", cum o denumeau economiștii burghezi aserviți capitalului străin — dar fără o industrie proprie de îngrășăminte chimice — țara noastră a devenit azi o importantă forță industrială. Pentru valorificarea materiei prime vegetale au apărut fabrici noi de zahăr, ulei, hîrtie, carton, fibre, tananți, antibiotice, celuloză, topitorii de in etc.

★

★ ★

În această carte autorul urmărește să prezinte tinerilor cititori legătura dintre chimie și agricultură și plante în general, modul cum prima o ajută pe a doua

să sporească recoltele, şi cum cea de a doua oferă primei nenumărate materii prime. De aceea lucrarea a fost împărţită în trei părţi. Prima — „Enigma cea mare" — arată, pe baza ultimelor cercetări, cum reuşeşte planta să sintetizeze materiile organice şi de ce are ea nevoie pentru a realiza complicatele reacţii chimice din celule. A doua — „Din uzină pe ogoare" — se ocupă de principalele îngrăşăminte şi substanţe chimice necesare agriculturii. In sfîrşit, partea a treia — „Comori ascunse" — prezintă modul de valorificare a bogăţiilor cuprinse în plante.

INCERCARI

Desigur că întrebarea „ce este viața?" și-au pus-o mulți cititori. Știința modernă ne spune că viața este forma cea mai înaltă de dezvoltare a materiei pe Pămînt, formă care — prin complexitatea ei — se distinge calitativ de formele inferioare ale mișcării materiei, adică de fenomenele fizice și chimice. După cum se știe, evoluția materiei organice — născută prin sinteză de elemente — a dus, în urma nenumăratelor transformări, de-a lungul de mii și mii de ani, la apariția primelor viețuitoare.

Pe vremea cînd pe Pămînt au existat condiții pentru apariția vieții și chiar ulterior, atmosfera conținea metan, amoniac, oxid de carbon, vapori de apă și alte gaze ; lipseau însă oxigenul și azotul liber. Ținînd seama de acestea, savanții sovietici A. I. Oparin, D. I. Sapojnikov, N. D. Jerusalinski consideră că primele viețuitoare apărute n-aveau nevoie de oxigen. Nefiind capabile să-și producă hrana, ele foloseau substanțe organice dizolvate în apa mărilor și oceanelor.

Precizînd lucrurile, savantul sovietic N. D. Jerusalinski arată că la început viețuitoarele s-au hrănit cu aminoacizii din apă, sintetizați din carbon, hidrogen, oxigen, azot, sub influența radiațiilor ultraviolete emise de Soare și a descărcărilor electrice. Deoarece nu erau capabile să sintetizeze substanța organică, ci numai o consumau pe cea existentă în apă, este de presupus că la un moment dat s-a făcut simțită o lipsă de hrană. În situația asta unele viețuitoare au pierit, altele s-au adaptat, reușind să sintetizeze singure hrana din substanțe anorganice.

Intîi au apărut microorganismele chimiosintetizante, adică cele care foloseau energia chimică pentru alcătuirea hranei. Alte microorganisme s-au adaptat mai bine, în corpul lor apărînd pigmenți capabili să înlesnească, prin captarea energiei luminii, sinteza hranei din elemente. La început au apărut pigmenții roșii, apoi pigmentul verde — clorofila. Prin apariția clorofilei a început uriașul proces al fotosintezei, proces ce a permis vieții să pășească înainte, triumfătoare. Activitatea organismelor fotosintetizante a continuat să modifice compoziția atmosferei ; a determinat creșterea procentului de oxigen din aer și scăderea celui de bioxid de carbon. Clorofila „a scos" astfel viața din impasul în care intrase, microorganismele verzi fiind „cureaua de transmisie" ce a silit energia solară să lucreze în folosul vieții.

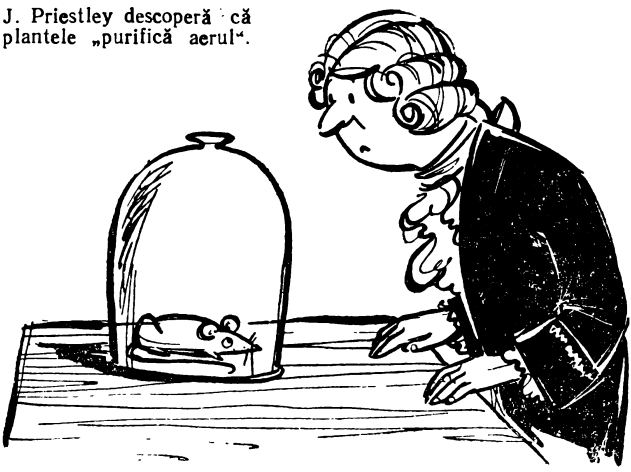
Evoluînd continuu, primitivele plante verzi s-au transformat de-a lungul a milioane de ani, dînd naștere speciilor și soiurilor pe care le cunoaștem azi. Desigur, de la un timp, în evoluția plantelor de cultură a intervenit și omul, obligîndu-le să se transforme după dorința lui.

Totodată omul a dorit să cunoască și intimul proces din frunza verde, unde planta produce cele mai variate substanțe chimice. „Cum reușesc plantele să-și fabrice singure hrana ?" — era întrebarea ce și-o puneau învățații. Răspunsuri au început să apară, dar erau naive. Asta nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama de faptul că științele experimentale — fizica, chimia, biologia etc. — încă nu apăruseră.

Prin secolul al XVIII-lea omul începe să ridice perdeaua ce ascundea „misterul" plantelor verzi. Astfel, învățatul elvețian Bonnet observă că pe suprafața unor frunze cufundate în apă apar niște bășicuțe de „aer". Ceva mai mult : că bășicuțele se formau în cantitate mai mare cînd borcanul cu apă în care ținea frunzele era expus luminii solare.

Ceva mai tîrziu, cunoscutul chimist englez Joseph Priestley a constatat că un șoarece se sufocă după un timp, dacă e introdus sub un clopot de sticlă. Priestley

J. Priestley descoperă că plantele „purifică aerul".



trase concluzia că aerul de sub clopot s-a „stricat". Repetînd experiența cu o lumînare aprinsă, constată că la o vreme ea se stinge. Bănuind că plantele pot forma „aer curat", învățatul introduse sub clopot, o dată cu o lumînare aprinsă, și un mănunchi de mentă. De astă dată lumînarea nu se mai stinse. Deci, menta „purifică" aerul ! Experiența lui Priestley, făcută acum aproape două sute de ani, i-a permis învățatului să descopere o importantă proprietate a plantelor, pe care azi o rezumăm, simplu, în cîteva cuvinte : plantele verzi absorb din aer bioxid de carbon și pun în libertate oxigen.

La opt ani după descoperirea lui Priestley, în 1779, medicul olandez J. Ingen-Housz a pătruns mai adînc în procesul de „purificare" a aerului, arătînd că „purificarea aerului stricat" are loc numai la lumină și numai dacă plantele sînt verzi.

N-au trecut decît trei ani și genovezul Jean Senebier reia experiențele compatriotului său Bonnet și începe să studieze natura misterioaselor bășicuțe de gaz care acopereau, la lumină, frunza verde scufundată în apă.

Curînd Senebier descoperă un adevăr incontestabil: „Dacă în apa în care plutesc frunzele nu există «aer stricat» — bioxid de carbon — atunci ele încetează să mai elimine oxigenul în care lumînarea arde și animalele respiră cu atîta ușurință". Pentru el era acum clar că fenomenul acesta ascundea un altul, poate mai important decît primul. In cele din urmă Senebier ajunge la concluzia că bioxidul de carbon rămîne în plantă și că lui i se datorește creșterea și dezvoltarea ei.

După lucrările lui Senebier și ale unui alt învățat, pe nume Sausurre, care dovedise că planta folosește pentru formarea hranei atît bioxid de carbon cît și apă, nenumărați alți cercetători au demonstrat că sinteza substanțelor organice în plantă are loc în frunza verde, și numai în prezența luminii Soarelui.

Iată cum, datorită aportului a numeroși cercetători, se strînseseră o mulțime de date privind minunatul proces din frunzele plantelor. Trebuia ca un învățat să facă pasul următor, trebuia ca cineva să interpreteze, să sintetizeze în mod creator cunoștințele acumulate, pentru ca misterul fotosintezei să fie lămurit, iar cercetările să fie împinse înainte. Acest învățat a fost savantul rus Kliment Arkadievici Timiriazev.

SE FACE LUMINA

Fotosinteza este unul din cele mai importante fenomene din natură, fiind singura reacție ce dă naștere substanțelor organice din materii anorganice. E deci izvorul intregii materii organice de pe Pămînt. In prezența luminii și cu participarea pigmentului verde

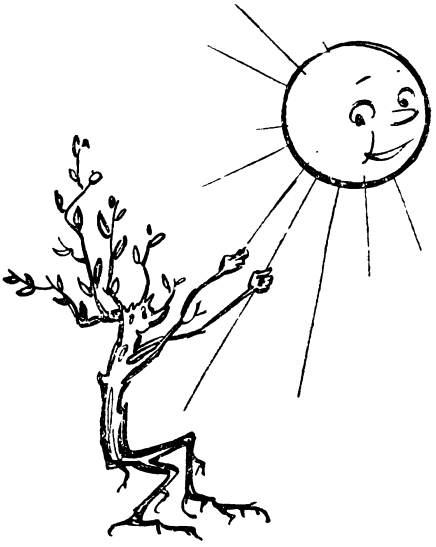
— clorofila — folosind bioxid de carbon, apă și săruri minerale, plantele verzi produc cele mai variate substanțe.

Astăzi lucrurile acestea sînt cunoscute de orice școlar. La sfîrșitul secolului al XIX-lea ele erau încă taine, chiar pentru mulți învățați renumiți. K. A. Timiriazev a dezvoltat creator cunoștințele înaintașilor săi, făcînd totodată importante descoperiri proprii. Acum mai bine de 50 de ani, el a prezentat o comunicare deosebit de importantă la Academia regală din Londra. Savantul și-a început expunerea citind un fragment din romanul scriitorului englez Jonathan Swift „Călătoriile lui Guliver", care sună astfel:

„Cînd Guliver vizită pentru prima dată Academia din Lagado, a rămas deosebit de surprins zărind un omuleț uscățiv, care contempla în extaz un castravete închis ermetic într-un recipient de sticlă. Intrebat de Guliver ce urmărește prin această observație meticuloasă, savantul slăbănog răspunse:

Savantul din Lagado studia viața castravetelui.

Lumina este necesară plantelor



— Sînt opt ani de cînd studiez viața castravetelui, sperînd să descifrez enigma captării energiei solare de către plantă."

După un moment de tăcere, închizînd cartea, Timiriazev a continuat:

„Un astfel de exemplar aveți și dumneavoastră înaintea ochilor. Mi-am petrecut 35 de ani cercetînd nu un castravete, ci o frunză verde — ceea ce este în fond același lucru. M-am străduit să găsesc soluția fotosintezei, cel mai mare secret al lumii vegetale."

Și într-adevăr, savantul rus a contribuit din plin la lămurirea acestui secret al naturii. K. A. Timiriazev a analizat și clarificat latura energetică a procesului fotosintezei. El a stabilit — printre altele — cu precizie, ce radiații luminoase și în ce măsură sînt absorbite de plantele verzi. In legătură cu asta, Timiriazev a scris: „Cîndva, undeva pe Pămînt a căzut o rază de Soare, dar ea n-a căzut pe un sol steril, ci pe un fir

verde de grîu, sau mai bine zis pe un grăunte de clorofilă. Lovindu-se de el, raza solară s-a stins, a încetat să mai fie lumină, însă nu a dispărut... Sub o formă sau alta ea a pătruns în compoziţia pîinii, care a devenit hrana noastră. S-a transformat în muşchii noştri, în nervii noştri... Această rază de soare ne încălzeşte, ne permite să ne mişcăm. Poate că în acest moment joacă în creierul nostru."

In ceea ce priveşte mecanismul fotosintezei, concepţiile majorităţii cercetătorilor din secolul al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea se rezumau la ideea că în procesul de fotosinteză lumina serveşte doar la descompunerea şi reducerea bioxidului de carbon, şi că oxigenul eliberat în timpul procesului provine din acest gaz. K. A. Timiriazev a arătat însă că nu se descompune bioxidul de carbon liber, ci o combinaţie a acestuia cu clorofila. De asemenea, el a mai demonstrat că o dată cu asimilarea bioxidului de carbon are loc şi o asimilare de energie luminoasă.

După Timiriazev nenumăraţi cercetători au studiat complicatul proces al fotosintezei. In ultimul timp s-au făcut multe experienţe pentru stabilirea primilor produşi ai fotosintezei. In urmă cu ani se credea că primul produs ce apare în plantă ar fi aldehida formică (CH_2O), prin polimerizarea căreia se formează apoi toate celelalte substanţe, adică: glucidele, lipidele, protidele.

Lămurirea acestei „taine" constituie una din problemele esenţiale ale biologiei contemporane. Observînd cu ajutorul bioxidului de cabon radioactiv apariţia în procesul fotosintezei a carbonului radioactiv (C^{14}) în diferite substanţe ale frunzei, savanţii sovietici au stabilit că o dată cu glucidele, considerate în trecut primele produse ale fotosintezei , carbonul radioactiv apare şi în protide. Aceasta a dus la o idee nouă : existenţa mai multor căi de asimilare a bioxidului de carbon.

Cercetări recente, efectuate cu ajutorul carbonului radioactiv, au arătat că procesul fotosintezei se poate separa în două faze : cea de captare a energiei electromagnetice şi cea de utilizare a ei. In prima fază are

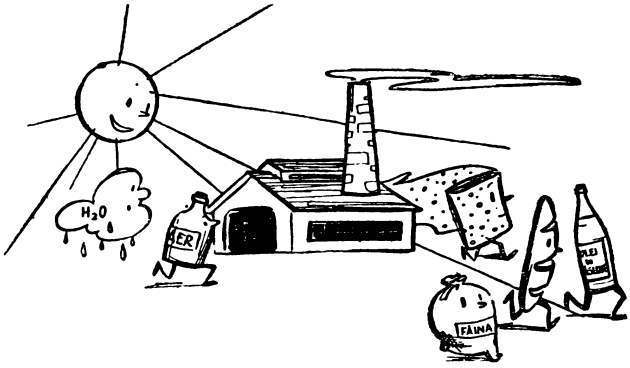
loc „prinderea" cuantelor de lumină sub formă de energie chimică, iar în a doua folosirea energiei pentru sintetizarea substanțelor organice.

Cercetătorul german M. Calvin și colaboratorii săi, folosind bioxid de carbon marcat și algele verzi Chlorella și Scenedesmus, au reușit chiar să elaboreze o schemă probabilă a fotosintezei. Mecanismul intim de captare a energiei — care nu-i încă pe deplin lămurit — are loc numai la lumină. Se presupune că sub influența unei cuante de lumină o moleculă de apă se descompune în hidrogen și oxigen. Are loc deci o descompunere fotochimică a apei. M. Calvin crede că hidrogenul acesta — aflat sub un potențial chimic ridicat — este reținut de acidul lipoic. In urma acestei reacții lumina este captată sub formă de energie chimică.

In faza a doua a procesului de sinteză — care poate avea loc și la întuneric — energia este folosită la diferite reacții de oxido-reducere. Acum iau naștere felurite substanțe organice.

M. Calvin presupune că bioxidul de carbon absorbit de frunze este fixat pe substanțe cu doi atomi de carbon, probabil produși de descompunere ai glucidelor. Prin fixarea bioxidului de carbon se formează acizi cu trei atomi de carbon, primul fiind acidul 3-fosfogliceric. Acesta este apoi redus la acizi adenozin-difosforic (ADF) și adenozin-trifosforic (ATF), luînd naștere pe de o parte substanțe ce duc la zaharoză și amidon, iar pe de altă parte acizi organici și aminoacizi, din care se formează lipidele și protidele. In același timp, o dată cu reducerea acidului 3-fosfogliceric, se produc și alte substanțe organice. In urma unor noi reacții chimice acestea regenerează substanța capabilă să fixeze bioxidul de carbon, și ciclul se repetă. Toate transformările au loc extrem de rapid și numai în prezența unui complex de activatori fotochimici și a unor enzime specifice din frunza verde.

Ajunși aici, ne putem întreba : oare omul nu poate crea materii prime organice fără a recurge la plante ? Nu putem imita plantele ? Nu putem fabrica alimente, combustibil, fibre textile, direct din aer, apă



In viitor omul va imita planta.

și substanțe minerale ? Ideea nu-i nouă, și savanții o au mereu în față. Fotosinteza artificială ar putea fi mult mai eficace decît cea naturală. Ea ar permite să se obțină materii prime de sute de ori mai rapid decît se acumulează în natură. Experiențe promițătoare în acest domeniu s-au făcut și se fac din ce în ce mai intens. Savantul sovietic A. N. Terenin, iluminînd continuu pulbere de coloranți, a reușit să provoace transformări ale energiei luminoase. Aceasta nu reprezintă altceva decît prima verigă în lungul lanț ce duce la realizarea artificială a fotosintezei. Academicianul sovietic A. Kursanov și prof. A. Nikiforovici au reconstituit și alte verigi ale lanțului fotosintezei. Astfel, sfărîmînd o algă verde și lucrînd cu ea, ei au putut descompune apa în oxigen și hidrogen, sub influența luminii.

Unii cercetători afirmă că plastidele verzi — cloroplastele — pot produce substanțe organice în afara plantei, dacă li se furnizează continuu enzimele necesare. Astfel, s-a arătat că frunzele de spanac sfărîmate pot cataliza la întuneric transformarea bioxidului de carbon în glucide, dacă sînt prezenți acidul ATP și alte substanțe. Se poate presupune de asemenea, că

în viitor cloroplastele vor putea fi înlocuite cu coloranți sintetici. Cînd aceștia vor fi găsiți, fotosinteza artificială va deveni o realitate. Atunci, folosind aerul sau chiar fumul, care-i mult mai bogat în bioxid de carbon, uzine speciale vor fabrica zaharuri, grăsimi, substanțe proteice și multe alte materii organice. Tot fotosinteza artificială va rezolva, probabil, și problema hranei viitorilor cosmonauți, plecați în lungi călătorii, pe alte planete. Pînă atunci, însă, savanții lumii lucrează intens la lămurirea completă a „tainei" fotosintezei.

Fără îndoială că în viitor se vor adeveri previziunile lui K. A. Timiriazev : „Cînd fotosinteza va fi explicată în toate amănuntele, se va găsi, desigur, și un inventator ingenios, care să prezinte lumii o mașină inspirată de grăuntele clorofilei. Printr-o parte a mașinii vor intra aerul și lumina Soarelui, iar prin cealaltă vor ieși pîinea sau zahărul !"

PRODUSELE UZINEI

Planta — cea mai perfectă uzină chimică din natură — face sinteze uluitoare. Din cîteva elemente reușește să producă cele mai variate substanțe — de la celuloză, zahăr, amidon, grăsimi, pînă la esențe parfumate, coloranți și antibiotice. Numărul lor este enorm. O bună parte din ele n-au putut fi încă sintetizate de om în laborator, deși acesta se străduiește. Dar dacă n-a reușit să le producă el însuși, asta nu l-a împiedicat să le folosească drept hrană, material de construcție, medicamente etc.

Urmărind valorificarea lor, chimia modernă a pus ordine în noianul de substanțe organice produse de

plante, încadrîndu-le în felurite clase și studiindu-le temeinic. Aici nu vom face așa ceva, căci nu-i ăsta scopul cărții. Dar, pentru a ne da seama de importanța substanței vegetale ca sursă de materii prime pentru diferite industrii, trebuie să trecem sumar în revistă cîteva corpuri organice furnizate de plante.

Spuneam că planta sintetizează un număr enorm de substanțe organice. Existența unui număr atît de mare se datorește proprietăților deosebite ale atomului de carbon. Acesta-i un adevărat scamator, căci poate lua chipul celor mai felurite produse. El are însușirea să se combine atît cu el însuși, cît și cu hidrogenul, oxigenul, azotul, fosforul, sulful și alte elemente.

O grupă importantă de substanțe chimice o formează glucidele sau hidrații de carbon, denumire improprie folosită de pe vremea cînd nu se cunoștea structura lor. Glucidele se împart în : monozaharide, oligozaharide și polizaharide. Ultimele două derivă din combinarea unui număr mai mic sau mai mare de monozaharide. Reprezentanți tipici ai acestor clase sînt bine-

„Uzina vie" oferă felurite produse.

cunoscutele substanțe : glucoza, zaharoza și amidonul. Desigur, în natură se mai întîlnesc și multe altele.

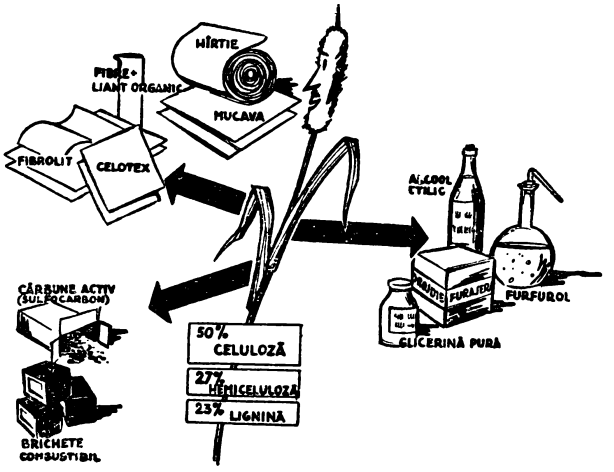
Glucoza este un monozaharid cu formula chimică $C_6H_{12}O_6$. In stare liberă o întîlnim în multe plante, fie ca produs de formare, fie ca produs de hidroliză a zaharozei sau a amidonului. De asemenea o întîlnim combinată cu ea însăși sau cu alte monozaharide, dînd naștere la diverse oligozaharide ori polizaharide.

Insemnătatea glucozei este nemăsurată, deoarece viețuitoarele, atît plantele cît și animalele, o folosesc drept hrană. Intr-adevăr, aparatul nostru digestiv, ca și al multor animale, transformă în glucoză substanțe nutritive extrase din alimentele consumate și, sub o anumită formă, o depozitează în ficat, de unde o trimite, atunci cînd e necesar, în tot corpul. Chiar și zahărul obișnuit — alimentul minunat, ușor și în întregime asimilat de organismul nostru — este transformat în glucoză, mai înainte de a pătrunde în sînge. In afara importanței sale biologice, glucoza are și o largă întrebuințare industrială. De aceea principalii consumatori de glucoză sînt fabricile de spirt, produse zaharoase etc.

Plantele mai conțin și alte monozaharide, folosite mai mult sau mai puțin în industria chimică sau alimentară.

Zaharoza sau zahărul este reprezentantul oligozaharidelor. Ea se găsește, așa cum probabil bine știți, în sfecla și trestia de zahăr, și în semințele, fructele și rădăcinile altor plante. Zaharoza se formează în plante prin unirea unei molecule de glucoză cu o moleculă de fructoză și eliminarea unei molecule de apă. Extragerea zahărului din sfeclă sau trestie face obiectul unei puternice ramuri a industriei alimentare.

Amidonul este un polizaharid. El este primul produs al asimilației clorofiliene, observabil în frunzele verzi. Plantele își formează în fructe, semințe, tuberculi sau rizomi rezerve de amidon. Din el, sau mai exact din glucoza născută prin hidroliza sa, sub influența fermenților, planta sintetizează apoi numeroasele substanțe organice.



Stuful, de pildă, este o materie primă pentru nenumărate produse.

Deși are aceeași formulă chimică ca și celuloza $(C_6H_{10}O_5)n$, amidonul se deosebește mult de acesta prin aspect și proprietăți chimice. De altfel chimiștii au descoperit că amidonul nu este un compus omogen din punct de vedere chimic, ci este format din două substanțe: amilopectina și amilaza.

Un alt polizaharid important este celuloza. Ea se prezintă ca o masă albă, fibroasă, insolubilă în apă, acid sulfuric, acid azotic, puțin solubilă în hidroxid de sodiu și ceva mai mult în soluție cuproxam, adică într-o soluție amoniacală de hidroxid de cupru.

Structura celulozei a dat mult de furcă chimiștilor. Astăzi se admite că are molecula formată prin policondensarea (unirea) resturilor de glucoză $(C_6H_{10}O_5)$. De aceea formula ei brută este aceeași cu a amidonului: $(C_6H_{10}O_5)n$. Indicele „n" reprezintă gradul de polimerizare, care în cazul celulozei este mai mare decît al amidonului.

Moleculele celulozei au o formă fibroasă, alungită, denumită filiformă. Ele sînt foarte mari în comparație cu moleculele obișnuite, motiv pentru care au fost numite macromolecule — molecule mari. Mărimea macromoleculelor din diferite celuloze vegetale poate atinge dimensiuni apreciabile. Astfel, uneori lungimea macromoleculei poate fi de 5 microni, așa că ar putea fi văzută la microscop, dacă... n-ar fi prea subțire.

Polizaharidele — un fel de „glucoză concentrată" — se pot transforma printr-un proces adecvat, numit hidroliză, la care ia parte și apa, din nou în glucoză. Schematic, acesta se reprezintă astfel:

$$(C_6H_{10}O_5)n + n\ H_2O = nC_6H_{12}O_6$$

Observați că pentru a transforma amidonul sau celuloza în glucoză nu este nevoie decît să se „introducă" în molecula lor un număr anumit de molecule de apă. În industrie lucrul acesta se realizează prin fierbere cu un acid mineral.

Alături de aceste glucide importante, în membrana celulei vegetale se găsesc și altele numite hemiceluloze sau polizaharide de însoțire. Ele au moleculele mai simple decît celuloza și nu mai sînt formate din resturi de glucoză, ci din alte monozaharide: pentozani, hexozani, fructozani. Dintre aceștia cel mai important este xilanul, căci prin încălzire cu apă și acizi se descompune în furfurol — substanță deosebit de importantă pentru industria chimică.

Uzina din plantă livrează omului și alte produse în afară de glucide. Astfel sînt grăsimile sau lipidele. Ele sînt produse de importanță vitală și au un rol deosebit în alimentația omului. Valoarea lor energetică este determinată în primul rînd de puterea calorifică mare — 9 500—9 800 calorii la un gram substanță — ceea ce reprezintă de două ori și jumătate valoarea calorifică a glucidelor și protidelor care, alături de grăsimi, reprezintă baza alimentației omului. Pe de altă parte grăsimile sînt și o materie primă prețioasă pentru diverse industrii chimice.

Sursele de grăsimi vegetale sînt semințele plantelor oleaginoase: floarea-soarelui, bumbacul, inul, soia, dovleacul, macul, rapița, susanul etc. Uleiurile acestea cuprind în compoziția lor acizii grași: palmitic, stearic, miristic, arahic, oleic, linoleic, erucic. De asemenea, grăsimile vegetale mai conțin: ceruri, sterine, alcooli superiori, fosfatide, vitamine, enzime etc.

Protidele reprezintă o altă grupă mare de substanțe produse de plante. Ele sînt componenții principali ai protoplasmei. Pentru fabricarea lor „uzina verde" folosește carbonul, oxigenul, hidrogenul, azotul și sulful; unele protide foarte importante conțin și fosfor. Protidele sînt de asemenea produse macromoleculare, formate prin unirea unui număr foarte mare de aminoacizi. O protidă caracteristică cerealelor planificabile o constituie glutenul, „cleiul" ce permite aluatului să „crească".

Iată numai cîteva grupe mari de substanțe organice produse de plante prin fotosinteză. Dar ele nu sînt singure. Chimiștii au descoperit în plante hidrocarburi, acizi, alcooli, aldehide, substanțe tanante, alcaloizi etc,. Materii prime deosebit de valoroase pentru diverse industrii chimice, și valorificate de om în diverse chipuri.

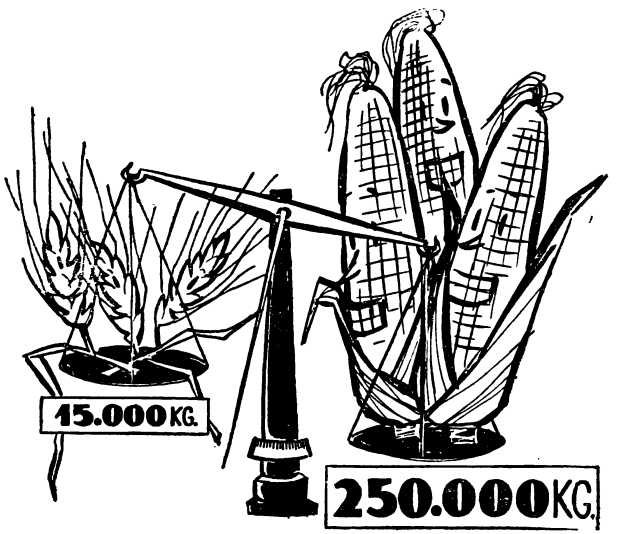
CE SPUN CALCULELE ȘI EXPERIENȚELE

Chimia, biochimia, fiziologia, botanica și alte științe smulg unul după altul cele „șapte văluri" ce acopăr secretele vieții plantelor. Ele ne ajută să aflăm cum lucrează minunatul laborator din frunza verde. Asta

însă nu-i suficient ca să putem dirija plantele, ca să obținem de la ele producții tot mai mari. Științele amintite mai trebuie să arate agricultorilor și factorii de care depinde recolta, precum și modul cum pot fi ei influențați.

Adeseori cercetătorii au încercat să calculeze cantitatea de substanță organică ce poate fi obținută de pe o anumită suprafață de teren. De pildă, academicianul sovietic Vernadski a calculat recolta biologică (adică totalitatea organelor plantelor : rădăcină, tulpină, ramuri, frunze, flori) la hectar, a unor plante agricole. La grîu, de exemplu, cifra maximă a recoltei biologice uscate — în condițiile climatului nostru — nu depășește 15 000 kg la hectar. In schimb la porumb numai substanța uscată a rădăcinilor ajunge la 250 000 kg la hectar.

Porumbul pune la dispoziția omului multă substanță organică.



După cum se vede, productivitatea plantelor este variabilă. De ce depinde ea ? De o serie de condiții, cum ar fi : intensitatea luminii solare, cantitatea de bioxid de carbon din aer, cantitatea de apă din sol etc.

Bioxidul de carbon, lumina, apa și substanțele minerale sînt elementele „cheie" în lupta pentru recolte bogate. Oamenii de știință știu azi să le dirijeze tot mai bine.

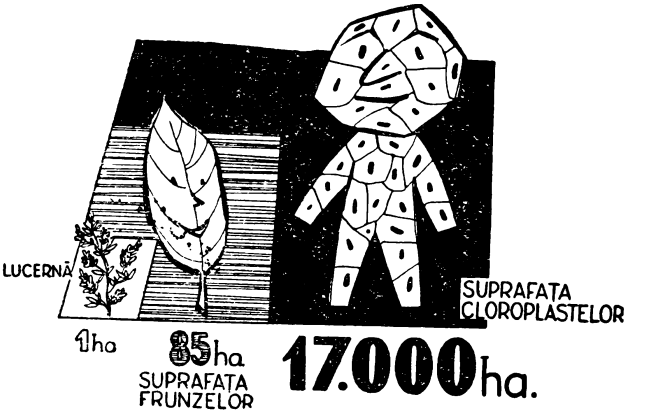
Cum își procură plantele bioxidul de carbon ?

Plantele acvatice iau bioxidul de carbon din apă, unde acesta se află dizolvat. Pătrunderea gazului se face prin toată suprafața corpului lor, prin învelișul subțire și permeabil numit epidermă. Odată intrat în plantă el se răspîndește printre celulele țesuturilor, ajungînd în cele din urmă la celulele cu clorofilă, la laboratorul verde, unde are loc fotosinteza.

Plantele de uscat sînt adaptate pentru a primi și reține o cantitate cît mai mare de bioxid de carbon. Gazul pătrunde în plantă prin stomate — niște pori mici, abia vizibili cu ochiul liber. Deoarece numărul lor este extrem de mare — de la cîțiva zeci pînă la cîteva sute pe milimetrul pătrat — planta are posibilitatea să absoarbă din aer o cantitate apreciabilă de bioxid de carbon. De pildă, cercetătorii au calculat că un fag bătrîn are cca. 200 000 frunze și vreo 120 miliarde de stomate.

Odată pătruns în plantă, aerul cu bioxidul de carbon călătorește pînă la celulele asimilatoare, unde se află cloroplastele. Privite la microscop, acestea apar ca niște bile mici, turtite. Pe suprafața lor se găsește răspîndită clorofila, sub forma unor granule fine.

Pentru ca uzina chimică din plantă să primească o cantitate cît mai mare de materie primă din aer și cît mai multă lumină, suprafața totală a frunzelor și a cloroplastelor este mult mai mare decît suprafața ocupată de o cultură. Astfel, s-a calculat că suprafața frunzelor de grîu de primăvară de pe un hectar este de 17,5 hectare, a celor de ovăz de 21 hectare, iar a lucernei 85 hectare. Asta înseamnă că dacă am pune una lîngă alta frunzele acestor plante însămînțate pe



Suprafața ocupată de cloroplaste este imensă.

un hectar, am putea acoperi cu ele 17,5, 21, respectiv 85 hectare.

Mergînd mai departe cu analiza, aflăm date și mai interesante. De pildă, un hectar de lucernă ce ar putea acoperi cu frunzele 85 hectare, are cloroplaste cu o suprafață totală de vreo 17 000 hectare! Suprafața granulelor de clorofilă din cloroplaste este însă și mai mare: de ordinul a sute de mii de hectare! Iată cum plantele își asigură condițiile necesare pentru a putea fi aprovizionate cu bioxid de carbon și lumină.

Desigur, unii cititori se pot întreba: de ce sînt necesare suprafețe de absorbție și reacție așa mari? Răspunsul îl găsim amintindu-ne ce cantitate de bioxid de carbon există în aer.

Bioxidul de carbon reprezintă numai 0,03% din volumul total al atmosferei Pămîntului. Asta înseamnă că într-un metru cub de aer se găsesc circa 0,3 litri, cîntărind abia 0,6 grame. Cantitatea este foarte mică. De aceea planta trebuie să „prelucreze" volume uriașe de aer. De exemplu, un hectar cultivat necesită zilnic

cam 250 kg bioxid de carbon, care poate fi extras din 3—4 milioane metri cubi de aer!

Făcînd o socoteală simplă, aflăm că atmosfera conține aproximativ 2 200 miliarde tone de bioxid de carbon. Din această cantitate plantele consumă anual aproape un sfert. Bineînțeles, bioxidul de carbon din aer se reface continuu, în urma proceselor ce au loc pe Pămînt. În unele cazuri însă, mai ales în zilele foarte călduroase, plantele terestre pot simți o lipsă de bioxid de carbon care, prin dilatare, se ridică la înălțimi. În aceste situații omul are grijă ca în sol să existe gunoi de grajd, pe care-l descompun microorganismele, punînd astfel la dispoziția plantelor gazul necesar.

Îmbogățind aerul cu bioxid de carbon, cercetătorul sovietic Anatol Nikiforovici a determinat o intensificare a fotosintezei, deci o mărire considerabilă a recoltei.

Dar energia solară? Soarele se găsește la o distanță medie de 149 milioane km. Datorită distanței, la granița atmosferei terestre nu ajunge nici jumătate din a milioana parte din energia împrăștiată de el cu dărnicie, iar la suprafața Pămîntului doar a șasea miliarda parte — respectiv 150 milioane kW pe secundă. Cantitatea aceasta „redusă" este însă uriașă. Dacă am dori s-o comparăm cu ceva cunoscut nouă, am putea spune că energia sosită de la Soare ar putea fi produsă pe Pămînt de 54 miliarde mașini cu abur, fiecare de cîte 400 CP ce ar lucra încontinuu zi și noapte.

În fiecare secundă Soarele emite 9.10^{22} calorii, cantitate de energie egală cu aceea produsă prin arderea a 11 000 000 tone cărbune, iar pe an 3.10^{30} calorii (acest număr este format din cifra 3 urmată de 30 de zerouri!). Plantele nu captează însă într-un an decît 0,5—1% din această uriașă energie. Totuși și ea este enormă.

Pentru fotosinteză, de care depinde recolta, o importanță deosebită are intensitatea luminii; în alte cuvinte cantitatea de energie căzută pe frunza verde. Experiențele au arătat că productivitatea plantelor verzi este în strînsă legătură cu intensitatea luminii:

crește intensitatea luminii, crește și fotosinteza ; plantele acumulează o cantitate mai mare de substanțe organice, deci recolta sporește. Cînd intensitatea luminii scade, lucrurile se petrec invers.

Unii cititori ar fi tentați să creadă că dacă ar fi veșnic ziuă, deci intensitatea luminii ar fi aceeași timp de 24 de ore, plantele verzi ar da o recoltă mult mai mare. La prima vedere așa ar fi, în realitate însă lucrurile se petrec altfel. În anumite condiții glucidele acumulate în cloroplastele frunzei pot determina oprirea fotosintezei, deși planta are suficientă lumină. De ce ? Pentru că frunza are cloroplastele încărcate cu glucide și nu mai poate prelucra „materia brută" sosită, nu mai poate sintetiza noi glucide. În aceste condiții procesul fotosintezei se tulbură. El redevine la normal cînd cloroplastele se eliberează de substanțele sintetizate. Descărcarea cloroplastelor de glucide are loc și în timpul zilei, dar procesul nu poate fi observat pentru că se încarcă imediat cu noi substanțe. Cînd vine noaptea fotosinteza încetează, iar cloroplastele se pot elibera complet de glucidele sintetizate în cursul zilei. Noaptea este deci necesară plantelor. Lucrurile se petrec ca în cazul unui om obosit ce nu mai poate continua lucrul, dar pe care-l reia cu puteri sporite după un somn zdravăn.

Cercetătorii sovietici au demonstrat că plantele pot fi determinate să „consume" mult mai multă energie solară și bioxid de carbon, sporindu-se astfel considerabil recolta. Dar și prea mult bioxid de carbon este dăunător. Experiențele au arătat că dacă bioxidul de carbon depășește cu 5—10% cantitatea normală din aer, intensitatea fotosintezei scade ; bioxidul de carbon devine toxic pentru plantă.

Constatarea aceasta s-a reflectat în practică, prin îmbogățirea aerului și chiar a apei de irigare cu bioxid de carbon. Dînd plantelor mai multă lumină și bioxid de carbon, s-a reușit să se sporească recolta de castraveți și tomate din sere cu 50—100%, iar în cîmp, unde plantele au suficientă lumină, cu 150—300%.

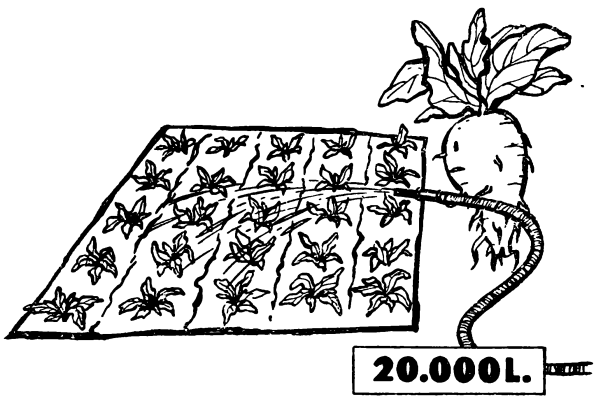
Mult timp mințile oamenilor de știință au fost frămîntate de întrebarea : pot plantele să absoarbă și

prin rădăcini bioxidul de carbon ? Răspunsul a întîrziat o vreme. El a fost dat de savantul sovietic A. L. Kursanov. Acesta, folosind metoda radioizotopilor, a demonstrat că planta poate absorbi din sol o cantitate apreciabilă de bioxid de carbon, acoperindu-şi prin această cale pînă la 25% din necesităţi.

Apa este cel de-al treilea element indispensabil plantelor. Rolul ei este multiplu : furnizează materie primă laboratorului verde, prin hidrogenul ce-l pune la dispoziţie, transportă seva brută şi elaborată, reglează temperatura etc. Plantele folosesc apa din precipitaţii, iar cînd aceasta-i insuficientă, intervine omul construind sisteme speciale de irigaţie, stîrnind „din senin" ploaie artificială etc. Apa schimbă faţa lucrurilor. De unde ea dispare, apar pustiurile, dunele de nisip, iar viaţa piere treptat. Omul poate învinge însă şi pustiul, aducînd apa pe canale, aşa cum fac oamenii sovietici, care readuc la viaţă multe ţinuturi ce au „pierdut" apa.

Rădăcina — pompa aspiratoare a plantei — sugę din pămînt cantităţi uriaşe de apă. Un hectar de sfeclă, de pildă, „bea" zilnic nu mai puţin de 20 000

Un hectar de sfeclă „bea" zilnic 20 000 litri apă.



litri de apă. Cercetătorii au arătat că într-o zi cu arşiţă, numai în decurs de o oră, trece prin plantă mai multă apă decît conţine ea însăşi. O singură plantă de porumb sau floarea-soarelui elimină prin transpiraţie în cursul vieţii vreo două sute litri de apă. Asta înseamnă că un hectar cu o astfel de cultură necesită anual circa 8 milioane litri ! Douăzeci trenuri cisternă a cîte 40 de vagoane !

Uriaşa cantitate de apă necesară plantelor într-o perioadă de vegetaţie este absorbită, după cum ştim, de rădăcină. Dacă am smulge din pămînt o plantă oarecare şi i-am privi rădăcina, cu greu am putea crede că este capabilă de aşa performanţe. Cercetătorii au studiat însă îndelung sistemul radicular al plantelor şi au dovedit că el poate absorbi multă apă datorită suprafeţei extraordinar de mari pe care o are. In urmă cu vreo 25 de ani biologul Ditmer a avut răbdarea să numere şi să calculeze suprafaţa şi lungimea tuturor rădăcinilor unei plante de secară. Rezultatele comunicate au uimit lumea. El a găsit aproape 14 milioane rădăcini, care puse cap la cap însumează vreo 600 km., adică distanţa Bucureşti-Oradea ! Suprafaţa rădăcinilor acoperea 224 metri pătraţi ! Dar rădăcinile mai au şi perişori absorbanţi. Ditmer a găsit numai... 15 milioane ! Lungimea lor era şi ea de... 10 000 kilometri. Cît un sfert din lungimea Ecuatorului ! Şi asta numai la o singură plantă de secară ! Iată dar, că uzina chimică din planta verde are o „instalaţie" deosebit de ingenioasă, care-i furnizează materia primă necesară.

Sînt oare suficiente plantelor numai bioxidul de carbon, apa şi lumina ? Nu. Experienţele şi practica au arătat că fără o serie de substanţe minerale plantele nu pot creşte, se îmbolnăvesc şi pier. Ani de-a rîndul a dăinuit ideea că în afara celor patru elemente „organogene" — C, H, O, N. — planta n-are nevoie decît de fosfor, calciu, fier, potasiu, magneziu şi sulf. Afirmaţia se baza pe o serie de experienţe făcute cu soluţii nutritive care înlocuiau solul, şi în compoziţia cărora intrau „numai" cele şase elemente amintite. Tehnica experienţelor era simplă : într-un vas cu apă

distilată se introduceau anumite elemente, apoi se însămînța o plantă. Semințele încolțeau și planta începea să crească și să se dezvolte, ajungînd la fructificare. Concluzia ? Cele șase elemente minerale sînt suficiente plantei.

Cercetătorii au mai observat însă ceva. Dacă se arde o plantă crescută în pămînt, rămîne un rezid nevolatil — cenușa. Analizînd-o s-a stabilit că aproape nu există element de pe suprafața Pămîntului, care să nu fie cuprins de cenușă. S-au găsit chiar și elemente rare : argint, aur, platină, inclusiv radiu. Cum au apărut ele în plante ? Care-i rostul lor ? se întrebau oamenii de știință. Unii au răspuns că ele nu participă la nutriția minerală a plantelor, ci că ajung întîmplător în plantă numai fiindcă sînt dezvoltate în apa suptă de rădăcini. De aceea nu li se dădea importanță.

Cu timpul, prin înmulțirea experiențelor și observațiilor, s-a văzut că elementele considerate ca „inutile" au un rol deosebit de important în viața plantei. Spre sfîrșitul secolului trecut, cînd chimia își îmbunătățea vertiginos metodele de lucru, au ieșit la iveală niște fapte care au răsturnat vechiile concepții. Astfel, s-a constatat că substanțele „pure" folosite pentru prepararea soluțiilor nutritive nu erau chiar atît de... pure. Ele mai conțineau cantități mici de impurități, formate din diverse elemente, suficiente însă pentru plantă. Cînd s-a ajuns la fabricarea unor reactivi chimici absolut puri, liberi de orice substanță străină, s-a văzut că soluțiile nutritive preparate numai cu cele șase elemente, considerate ca exclusiv necesare, nu pot asigura plantelor condițiile de creștere și dezvoltare. Semințele încolțeau, dar după un timp plantele piereau. Adăugînd soluției pure cantități foarte mici de alte elemente — mangan, zinc, cupru, bor, aluminiu, iod, flor, brom, molibden etc. — plantele erau salvate de la moarte și se dezvoltau normal.

Iată dar, cum au demonstrat experiențele că în afara elementelor „clasice" plantele au absolută nevoie și de altele, destul de numeroase ; e drept, în cantități incomparabil mai mici decît primele.

Datele obținute de chimiști sînt de mare ajutor agricultorilor, în lupta pentru obținerea de recolte bogate. Azi fiecare om al muncii de pe ogoare trebuie să fie un priceput gospodar, fiindcă în grija lui sînt miliarde de ființe vii — plantele. Acestea cer îngrijiri atente, hrană și apă la timp.

Pentru creșterea și dezvoltarea lor normală trebuie să existe în sol suficiente substanțe minerale nutritive, într-o formă ușor asimilabilă. Principalele elemente minerale, necesare plantelor în cantități mai mari, sînt azotul, fosforul și potasiul. Fără azot planta nu capătă veșmînt verde de frunze. Dacă are azot, dar îi lipsește fosforul, nu fructifică, iar fără potasiu nu înmagazinează amidon și substanțe dulci.

Cînd lipsesc din sol aceste elemente sau sînt în cantități insuficiente, agricultorul cere ajutor chimiei. Ea îi pune la dispoziție diferite îngrășăminte minerale. Acestea măresc recolta, îmbunătățesc calitățile nutritive și gustul produselor, și fac plantele mai rezistente la secetă și dăunători.

După cum spuneam mai înainte, plantele mai au nevoie și de alte elemente, însă în cantități mult mai mici. Ele au fost numite microelemente. Rolul lor este deosebit de important în viața plantei verzi. Manganul, de exemplu, contribuie la combinarea bioxidului de carbon cu substanțe organice, intensificînd în felul acesta creșterea. Borul ajută la acumularea clorofilei în frunze. Magneziul ia parte la fotosinteză, ajutînd totodată procesul de acumulare a vitaminelor A și C în plante. Cuprul este și el necesar, în special pe terenurile turboase, cînd poate mări recolta de două-trei ori. El intensifică procesul de respirație a plantei, iar pe de altă parte ajută la formarea clorofilei.

Chimiștii au arătat că elementele minerale nu pot fi introduse în sol la întîmplare, ci cu atenție, ținîndu-se seama de faptul că trebuie să existe un raport între procentul de azot, fosfor, potasiu etc. Altfel îngrășămintele pot deveni dăunătoare, iar în loc de recoltă sporită să avem pierderi.

„Enigma cea mare" — procesul de fotosinteză din frunza verde — e pe cale să fie rezolvată. Desigur că nu este departe timpul cînd, cu ajutorul chimiei, omul va reuşi să reproducă în uzină, pe scară largă, pornind de la bioxid de carbon, apă şi săruri minerale, în prezenţa luminii, minunatele sinteze efectuate de minusculul laborator al plantelor. Atunci vor deveni realitate previziunile lui K. A. Timiriazev şi ale tuturor scriitorilor de literatură fantastico-ştiinţifică.

Realizarea în uzină a fotosintezei artificiale va reprezenta, fără îndoială, unul din cele mai mari succese ale omului în lupta pentru supunerea naturii.

PĂMÎNTUL TREBUIE ÎNGRĂȘAT

Călătorie în timp

De cînd a apărut omul pe Pămînt hrana a fost cel mai însemnat lucru pentru el. Pîinea, carnea, peștele, fructele și verdețurile i-au asigurat existența veacuri de-a rîndul, și-i asigură și azi.

In urmă cu mii de ani, pe treapta de dezvoltare a așa-numitului „om de Neanderthal", omul nu știa încă să lucreze glia și să crească animale. Hrana lui o constituiau vegetalele adunate — rădăcini, fructe, semințe etc. — și carnea animalelor vînate în colectiv.

Mai spre vremea noastră — acum vreo 10 000—12 000 de ani — încep să se cultive plantele. Desenele de pe stînci, meșteșugite cu grijă de artiștii neoliticului, ne arată că oamenii cultivau încă de pe atunci cerealele. După unii cercetători cea mai veche cereală cultivată a fost grîul moale... Săpăturile făcute în Asia Centrală, la Anan — așezat într-o oază din apropierea Așhabadului — au dovedit că acum vreo 6 500 de ani grîul și orzul erau cunoscute. In locuințele lacustre ale Elveției de azi, datînd tot din neolitic, s-au găsit dovezi care demonstrează că se cultivau trei soiuri de grîu, două de orz și un soi de sorg. In epoca de bronz sînt luate în cultură și păstăioasele: bobul, mazărea și lintea. De asemenea, pe suprafețe destul de întinse se însămînțau inul și macul, ultimul folosit ca narcotic.

Luarea în cultură a terenurilor agricole se făcea prin îndepărtarea pomilor, mărăcinișurilor și ierbii, după care începea „aratul", adică scormonirea stratului arabil cu un băț ascuțit, pentru a face pat semințelor.

Agricultura este foarte veche.

Datorită observațiilor făcute an de an, mulți dintre agricultorii primitivi și-au dat seama de foloasele îngrășării pămîntului. In primul rînd au fost folosite drept îngrășăminte dejecțiile animalelor și cenușa.

Incașii din Peru îngrășau ogoarele cu guano, iar mayașii din Mexic — cultivatorii renumiți ai porumbului — cu pește. Acum mai bine de 2 000 de ani celții foloseau marna și varul pentru mărirea recoltei. Romanii întrebuințau, pe lîngă acestea, cenușa și gipsul.

Cu toate că practica demonstra fără putință de tăgadă că îngrășămintele sporesc recoltele, totuși popoarele antice n-aveau o teorie menită să explice cum acționează ele, astfel ca să poată fi folosite rațional. Aceasta se datora în primul rînd necunoașterii modului de nutriție a plantelor. E drept, se emisese o ipoteză despre „grăsimea" pămîntului care, chipurile, ar da fertilitate solului, „grăsime" ce sporește o dată cu introducerea îngrășămintelor în sol. Ea însă nu explica prea multe lucruri neclare.

Și anii trec, se scurg cu zecile și sutele. Iată-ne în evul mediu. Față de antichitate, noua perioadă n-aduce prea multe noutăți în domeniul folosirii îngrășămin-

telor agricole. In afara unor compilații după lucrările anticilor, apar ici-colo păreri proprii, exprimate de autori îmbîcsiți de misticism, în care adeseori sînt amestecate fazele Lunii, conjuncția plantelor etc. Se exprimă și unele păreri filozofice, ca de pildă „principiul echilibrării contrariilor". După acesta, un sol uscat și cald se îngrașă cu gunoi umed și rece. Un alt principiu enunțat era și al „combinării elementelor asemănătoare", adică solul uscat și cald se îngrașă cu gunoi uscat și cald.

Naivele concepții ale oamenilor din epoca aceea nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama că nu se născuseră încă științele experimentale: chimia, fiziologia etc., iar biserica era atotstăpînitoare, afirmațiile ei fiind considerate dogme de nediscutat.

Cu toate acestea apar și unele idei demne de luat în seamă. Astfel Bernard Palissy — supranumit „olarul savant" — publică o lucrare în care arată că „Sarea este baza vieții și creșterii tuturor culturilor..." De asemenea, că plantele „...extrag din pămînt sarea necesară vieții și în acest fel pămîntul sărăcește în săruri și nu mai produce recolte, din care cauză trebuie îngrășat sau lăsat să se odihnească..." Deși explicația lui Palissy este confuză, reiese totuși din ea că solul reprezintă sursa de substanțe minerale necesare plantelor.

Peste vreo sută de ani, alchimistul I. R. Glauber face experiențe și observații personale, ajungînd la concluzia că „silitra" este unicul material ce stă la baza întregii lumi vegetale, animale și minerale.

Mai trec încă mai bine de o sută de ani; e perioada cînd se pun bazele chimiei moderne. Intr-unul din manuscrisele sale renumitul chimist francez A. L. Lavoisier afirmă niște adevăruri incontestabile: „Plantele scot substanțele necesare din aerul înconjurător, din apă și în general din domeniul mineral!" Și mai departe „...In sfîrșit fermentarea, putrefacția și arderea redau întotdeauna atmosferei și mediului mineral elemente luate de animale și plante."

Iată cum, de-a lungul timpului, învățații au emis felurite ipoteze și principii în legătură cu nutriția minerală a plantelor. Deși unele cuprindeau adeseori constatări valabile pentru creșterea plantelor, ele însă n-au influențat dezvoltarea agriculturii. Aceasta, de bună seamă, datorită insuficientei dezvoltări a forțelor de producție, a îngrădirilor și limitării vieții economice, politice și științifice.

Secolul al XIX-lea aduce un suflu înnoitor în științele agricole. Astfel, Albreht Thär înființează în 1806 prima școală superioară de agricultură. De numele acestui învățat este legată teoria nutriției plantelor cu humus. Deoarece A. Thäer n-a fost un experimentator, el și-a fundamentat teoria pe cercetările altora, ajungînd la concluzia că fără gunoi de grajd rădăcinile plantelor nu se pot aproviziona cu carbon. A. Thäer neglija importanța substanțelor minerale, considerîndu-le ca elemente ce intervin doar în descompunerea humusului, pentru a-l trece în forme accesibile plantelor. Cercetătorul spunea: „Fertilitatea solului depinde în întregime de humus, deoarece, pe lîngă apă, el reprezintă singura substanță a solului care poate servi drept hrană plantelor." În teoria sa A. Thäer nu ținea seama de aportul azotului introdus în sol o dată cu gunoiul de grajd.

Cercetătorul J. B. Boussingault, cel care a creat prima stațiune agrochimică din lume, opune teoriei humusului propria sa teorie: a necesităților plantei în azot și a restituirii lui prin îngrășăminte. El a ajuns la această concluzie în urma unor îndelungate experimentări.

Cu toate criticile aduse, teoria lui A. Thäer, a nutriției plantelor cu humus, dăinuiește pînă în 1840. O dată cu apariția lucrării chimistului german Justus von Liebig „Chimia și aplicarea ei în agricultură și fiziologie", în care este criticată teoria humusului sub toate aspectele sale, aceasta cade. Liebig arată că plantele nu pot asimila prin rădăcini substanță organică, ci numai elementele anorganice. De asemenea, afirmă că numai din aer poate fi luat carbonul.

Soarta elementelor minerale din sol l-a atras în mod deosebit pe Liebig. El spune că fiecare plantă de cultură extrage din sol o cantitate de elemente minerale. Deci, mai devreme sau mai tîrziu, va apare o scădere a fertilității, tocmai datorită lipsii lor. Concluzia lui este că în sol trebuie introduse îngrășăminte minerale.

Lucrările lui Liebig au adus o contribuție importantă la dezvoltarea agriculturii, deoarece pentru prima dată întîlnim ideea reglării conștiente de către om a schimbului de substanțe în natură. În mod indirect, el a contribuit astfel și la dezvoltarea industriei îngrășămintelor chimice.

Cu toate acestea, Liebig a făcut și greșeli. Astfel el nu dădea suficientă importanță azotului, considerînd că plantele îl iau în cantitate suficientă din aer, o dată cu precipitațiile. Apoi neglijează rolul plantei și al microorganismelor în opera de solubilizare a substanțelor minerale. Consideră gunoiul de grajd important numai prin elementele sale minerale, nu și prin azot și substanță organică, fapt ce-l face pe J. B. Boussingault să spună: „Dacă Liebig ar fi avut dreptate, în locul atîtor căruțe de gunoi ce trebuie transportate pe cîmp, agricultorii ar fi fost mult mai practici dacă ar fi transportat o singură căruță de cenușă obținută prin arderea gunoiului de grajd."

Antrenat de teoria sa, Liebig a prezis — în mod greșit — că, în curînd, nu vom mai avea nevoie de plug. De ce să mai arăm pămîntul — zicea el — dacă putem proceda mai simplu: să-l udăm cu soluții de îngrășăminte chimice. Este ceva atît de simplu, încît oricărui țăran i se vor putea explica în cîteva ore bazele agriculturii raționale!

Au apărut atunci în comerț felurite îngrășăminte chimice care făgăduiau agricultorilor, fără multă muncă, recolte nemaivăzute. Curînd cumpărătorii au fost însă dezamăgiți. Îngrășămintele nu erau totul!

Unii din urmașii lui Justus von Liebig au elaborat așa-zisa „lege a minimului, optimului și maximului", menită să arate agricultorilor în ce măsură factorii

de vegetație (lumina, căldura, hrana, apa) influențează recolta. Concluziile trase de cercetători erau însă, false, deoarece în interpretarea rezultatelor nu se ținea seama de complexul de factori ce acționează asupra plantelor. Ea a servit însă economiștilor burghezi cînd au elaborat o altă lege neștiințifică, reacționară, „legea fertilității descrescînde a solului", după care „...în agricultură efectul produs de fiecare intervenție succesivă, echivalentă, este totdeauna mai mică decît efectul intervenției precedente și mai mare decît efectul produs de intervenția următoare, succesivă și echivalentă." In alte cuvinte, că orice nou adaus dintr-un factor de vegetație (apă, hrană etc.), în aceeași cantitate ca cel precedent, aduce un spor de recoltă din ce în ce mai mic. Asta ar însemna că 'a un moment dat fertilitatea solului ar scădea într-atît, încît el n-ar mai putea asigura cu hrană populația globului. Deci șomaj, mizerie, foamete. Care-i soluția ? se întrebau economiștii burghezi, aserviți capitalului.

Răspunsul l-a dat „preacuviosul" călugăr R. T. Malthus, care luînd ca bază teoretică „legea fertilității descrescînde a solului", a născocit falsa „teorie" a înmulțirii populației în progresie geometrică, iar a mijloacelor de existență numai în progresie aritmetică. Malthusianismul devenea astfel o armă în mîinile capitaliștilor, care urmăreau să explice și să camufleze racilele sistemului lor, cauzele ruinării muncitorilor și țăranilor din lumea unde trona aurul. Dar, la vremea sa, ca și astăzi, malthusianismul a fost combătut și este combătut de savanții progresiști din lumea întreagă.

Specialiștii în agricultură au demonstrat că suprafața arabilă a globului poate hrăni un număr mult mai mare de oameni decît există astăzi, dacă se aplică solului o agrotehnică înaintată, îngrășăminte etc. Chiar Vladimir Ilici Lenin, în lucrarea «Problema agrară și „criticii lui Marx"» demonstrează netemeinicia legii fertilității descrescînde a solului. Astfel

el spune: „Legea fertilității descrescînde a solului nu este cîtuși de puțin valabilă în cazul în care tehnica progresează, în care mijloacele de producție suferă o transformare: ea este valabilă într-o măsură foarte relativă în cazul în care tehnica rămîne invariabilă și asta nu totdeauna."

„Legea" reacționară a fertilității descrescînde și-a dovedit netemeinicia în lagărul socialist, unde, așa cum spunea Lenin, după ce mijloacele de producție au trecut în mîinile poporului, recoltele au început să crească și cresc an de an.

Cercetătorii ruși și sovietici au adus contribuții importante în problema folosirii și fabricării îngrășămintelor. Marele savant rus Dmitri Ivanovici Mendeleev — descoperitorul legii periodicității elementelor și creatorul tabloului ce-i poartă numele — s-a ocupat și de îngrășămintele chimice, făcînd cu ele o serie de experiențe. El a acordat importanță tuturor îngrășămintelor, accentuînd asupra rolului ce-l are arătura adîncă. Militînd pentru dezvoltarea industriei îngrășămintelor minerale, D. I. Mendeleev cere încă de pe atunci sporirea eforturilor în vederea extragerii și prelucrării fosforitelor. In același timp întrevede posibilitatea folosirii îngrășămintelor bacteriene. A fost un luptător înverșunat împotriva malthusianismului.

De problema îngrășămintelor s-au mai ocupat: P. A. Kostîcev, K. A. Timiriazev, K. K. Ghedroiț, D. N. Prianișnikov, V. R. Viliams, T. D. Lîsenko și alți renumiți savanți. Este demn de reținut faptul că D. N. Prianișnikov, demostrînd netemeinicia „legii fertilității descrescînde a solului", a confirmat prin fapte legea dezvoltării agriculturii socialiste, adică *legea fertilității crescînde a solului.*

In țara noastră studierea îngrășămintelor a început mai tîrziu. Inapoierea social-economică a frînat dezvoltarea agriculturii, care se făcea empiric, cu mijloace primitive. Despre îngrășăminte chimice nici nu putea fi vorba. Cu toate acestea mai răzbat ici-colo

glasurile unor cercetători, care în scrierile lor dau sfaturi țărănimii de felul cum poate fi ridicată fertilitatea solului.

Cel ce s-a ocupat însă în mod științific de sol și îngrășăminte a fost Ion Ionescu de la Brad (1818—1891). Vorbind despre agricultură el spune: „Temelia unei agriculturi este îngrășarea pămîntului în care se seamănă plantele..." și mai departe: „Nu este pămînt bun fără ca să aibă îngrășăminte; proverbul zice că nu pămîntul este rău, ci cultivatorii sînt răi; este adevărat, fiindcă cultivatorii cei răi sînt aceia care caută să ia fără ca să dea, și nu pot să ia recolte abundente dacă nu vor da pămîntului îngrășări mari". Practica a dovedit temeinicia cuvintelor lui Ion Ionescu de la Brad. Intr-adevăr, nu există pămînturi rele, ci pămînturi sărăcite, epuizate, fără structură, care n-au fost răscolite adînc de fierul plugului și n-au cunoscut binefacerile îngrășămintelor.

Progresist în idei, Ion Ionescu de la Brad arată că „tehnica agricolă trebuie să urmărească realizarea maximului de beneficiu fără a sărăci însă pămîntul și fără a asupri pe muncitori". Dar ideile lui aveau să prindă viață abia după ce pămîntul va trece în mîinile adevăraților lui stăpîni: muncitorii și țăranii.

Drumul luminos deschis de Ion Ionescu de la Brad este urmat de numeroși cercetători. Astfel, Popovici-Lupa și Procopiu publică în 1889 primele rezultate privitoare la folosirea îngrășămintelor în culturile de porumb. Experiențele lor, făcute la Școala de Agricultură Strihareț-Slatina, au arătat marea importanță a îngrășămintelor în cultura porumbului.

Problema îngrășămintelor preocupă în primele decenii ale secolului nostru cercetători renumiți ca: Vlad C. Munteanu, Corneliu Roman, Buescu Pană, G. Murgoci, T. Saidel, acad. Gh. Ionescu Șișești, Haralambie Vasiliu, A. Zaharia etc. Astăzi, prin grija partidului, ea este studiată în institute de cercetări, în institute de învățămînt superior, în stațiuni experimentale etc. An de an, datorită noilor fabrici și secții unde se prepară îngrășăminte chimice, sporește cantitatea de substanțe împrăștiată pe ogoare și, o dată cu ea, recolta.

Belşugul nu-i posibil fără îngrăşăminte. Lucrul acesta îl ştie astăzi orice agricultor. Ai dat plantelor hrană mai multă, capeţi mai multă pîine; spicul se face cît „vrabia", iar boabele pline cu făină. De aceea putem zice că întreaga epopee modernă a plantelor de cultură n-ar fi fost posibilă fără îngrăşăminte. Şi în această epopee un rol deosebit a jucat chimia. Slujitorii ei — chimiştii — trudind ziua şi noaptea, au scos la iveală numeroase substanţe utile, ajungînd la îngrăşămintele de azi.

Am văzut că pentru activitatea vitală normală a plantelor sînt necesare o serie de substanţe minerale. Toate sînt darurile Pămîntului, fiindcă omul le ia din sol şi din aer.

Dintre nenumăratele elemente chimice, trei sînt deosebite prin importanţa lor: fosforul, azotul şi potasiul.

Astăzi se consumă în lumea întreagă zeci de milioane tone de îngrăşăminte minerale; şi consumul e în continuă creştere. Motivul? Asigură sporuri considerabile de recoltă. Lucrul acesta poate fi observat de oricine, comparînd cantităţile de îngrăşăminte chimice fabricate cu producţia agricolă. Datele arată, în modul cel mai convingător, că recoltele cele mai mari se obţin acolo unde se folosesc la unitatea de suprafaţă o cantitate tot mai mare de îngrăşăminte. Bineînţeles, pe lîngă îngrăşăminte mai intervin hotărîtor şi o serie de alţi factori, cum ar fi mecanizarea, condiţiile pedoclimatice, sămînţă selecţionată etc.

In timpul regimului burghezo-moşieresc agricultura ţării noastre a fost vitregită. De pildă, în perioada 1928—1933 consumul mediu de îngrăşăminte chimice la hectar a fost de numai 0,217 kg, iar în 1938 — anul cînd s-a consumat cea mai mare cantitate — abia s-a ajuns la 0,820 kg. In acelaşi timp Olanda, de exemplu, avea un consum mediu la hectar de 270 kg îngrăşăminte! Mai e oare de mirare că Romînia, ţară „eminamente agricolă", cum au numit-o economiştii burghezi,

avea în trecut una din cele mai scăzute producții agricole la hectar ?

Căror cauze se datora această stare de înapoiere economică ? In însăși existența regimului burghezo-moșieresc. Acesta aservise țara intereselor capitaliste străine, care n-aveau de ce să dezvolte la noi o industrie chimică a îngrășămintelor. Este demn de reținut faptul că în 1937 la Tîrnăveni a fost închisă fabrica de cianamidă de calciu, pe motivul că produsul ei nu se vinde. De altfel era și normal să fie așa : puteau oare țăranii, sărăciți continuu de crunta exploatare a moșierilor și arendașilor, să cumpere îngrășăminte chimice ?

Astăzi agricultura noastră, atît de înapoiată în trecut, și-a schimbat cu totul înfățișarea. Pe ogoarele fără haturi aleargă „herghelii de oțel", trăgînd brazda adîncă unde sămînța găsește pat reavăn și călduț, chezășie a belșugului. Zeci de mii de tone de îngrășăminte sînt împrăștiate pe ogoare. Cresc mereu recoltele. Tot mai multe produse agro-alimentare sînt puse la dispoziția populației. Agricultura socialistă, agricultura care folosește tehnica cea mai înaintată, nu cunoaște obstacole în drumul spre belșug.

Ca multe alte realizări ale regimului democrat-popular, industria îngrășămintelor minerale — importantă ramură a industriei chimice — se dezvoltă neîncetat. An de an sporesc cantitățile de substanțe chimice livrate agriculturii. Dacă în 1957 s-au folosit pe ogoare 154 000 tone îngrășăminte, în 1958 cantitatea a crescut la 172 000 tone. Prin intrarea în funcțiune a unor noi instalații și uzine, între anii 1958—1959 producția de îngrășăminte s-a dublat.

Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. arată că pînă în 1965 producția de îngrășăminte chimice va ajunge la 2 milioane tone. Efectul ? Un spor de recoltă de 3 milioane tone cereale-boabe, în valoare de 3 miliarde lei !

Pentru realizarea acestor sarcini mărețe statul a făcut investiții foarte mari. Au fost create numeroase fabrici sau secții în cadrul combinatelor. Combinatul

din Tîrnăveni, Combinatul chimic din Făgăraș, Uzinele de acid sulfuric și superfosfat din Năvodari, Combinatul de îngrășăminte azotoase de la Roznov sînt numai cîteva din unitățile industriei de îngrășăminte chimice care au luat naștere în anii regimului democrat populor.

„ELEMENTUL VIEȚII ȘI GINDIRII"

Așa a numit fosforul savantul sovietic A. E. Fersman. Pricina o vom afla în cele ce urmează. Pînă una-alta să aflăm cîte ceva din biografia acestui element deosebit, așezat de D. I. Mendeleev în a cincisprezecea căsuță a vestitului său tablou.

Istoria fosforului începe pe la sfîrșitul secolului al XVII-lea. Dar ca să vedem cum s-a ajuns la descoperirea lui, trebuie să ne întoarcem cu sute și sute de ani în urmă, în primele secole ale erei noastre, pe vremea cînd în anticul oraș egiptean Alexandria, de pe malurile Nilului, se năștea o „știință" misterioasă despre transformarea metalelor unele în altele. Mai tîrziu arabii au numit această „știință" alchimie.

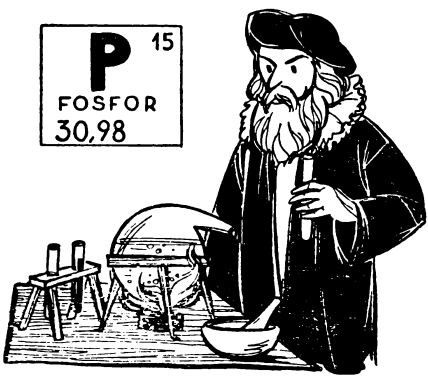
Secole de-a rîndul s-au străduit alchimiștii căutînd să găsească metode de a transforma metalele obișnuite în aur. Astăzi știm că încercările lor nu puteau fi încununate de succes. Doar aurul, cuprul sau mercurul sînt substanțe simple și este imposibil să le transtormi pe cale chimică unele în altele. Alchimiștii nu știau însă asta. Ei erau convinși că transformarea cuprului în aur este posibilă; trebuia doară găsită „piatra filozofală" care, după credința lor, avea cele mai surprinzătoare proprietăți: transforma în aur

orice metal simplu, vindeca bolile cele mai îngrozitoare, îi întinerea pe oameni şi le dăruia chiar nemurirea.

O asemenea substanţă nu există! — veţi spune dumneavoastră. Poţi crede, în mod serios, în existenţa ei? Firește, o asemenea substanţă nu poate exista. Cu toate acestea în trecut se credea că „piatra filozofală" există. Se credea doar că Pământul se sprijină pe trei balene, se credea că există „capătul lumii" la care, chipurile, au ajuns unii curajoşi. De ce atunci să nu crezi şi în existenţa „pietrei filozofale"? Şi alchimiştii căutau, căutau continuu piatra miraculoasă menită să-i scape de toate necazurile.

Căutările ei au înghiţit mii de vieţi şi au durat secole. Eşecurile nu-i descurajau pe „fabricanţii de aur", convinşi că atotputernica „piatră filozofală" există în natură. Şi-o închipuiau chiar cum arată. In vechile lor cărţi se poate citi că «...„piatra filozofală" trebuie să fie o substanţă de culoare roşie, în parte transparentă, elastică, care luminează în întuneric».

Inchişi pentru mulţi ani în laboratoarele lor, păstrînd secretul faţă de toţi ceilalţi, alchimiştii dizolvau, distilau, ardeau în mii de feluri nenumăratele prafuri şi metale. Căutau cu perseverenţă ceea ce nu exista.



Fosforul a fost descoperit de alchimişti.

Cu toată străduința lor de secole, alchimiștii n-au găsit ceea ce doreau. Totuși nu se poate spune că n-au produs nimic bun. În gunoiul celor mai absurde superstiții, se găseau și lucruri de reținut. Ei au studiat amănunțit o serie de substanțe, au descoperit altele noi, au descris multe reacții chimice. Una din substanțele descoperite de ei este și fosforul.

Lucrurile s-au petrecut în anul 1669. Într-o zi alchimistul german Brand a hotărît să folosească urina pentru obținerea „pietrei" dătătoare de aur. El a turnat-o într-o retortă și a început s-o încălzească. Cînd lichidul s-a evaporat complet, pe fundul ei a rămas un reziduu negru. Brand hotărî să-l calcineze. Și iată că pe partea interioară a gîtului retortei începe să se strîngă o substanță albă, asemănătoare cerii. La întuneric substanța lumina. Surescitat la culme, Brand era convins că, în sfîrșit, a realizat visul de secole al alchimiștilor: a obținut „piatra filozofală"!

Mult timp, cu cea mai mare precauție, norocosul descoperitor își ascundea secretul. În zadar încercau ceilalți alchimiști din Hamburg să pătrundă în mult rîvnitul subsol al lui Brand, unde acesta își avea laboratorul. Piatra care răspîndea lumină făcea asupra tuturor o impresie deosebită. Nimeni nu se îndoia că ea este miraculoasa „piatră filozofală". Dar, deșartă iluzie! Toate încercările alchimistului de a obține cu ajutorul ei aur sau argint din metale obișnuite au rămas zadarnice. Piatra nu făcea altceva decît să răspîndească o lumină rece, fără să se sinchisească de cuvintele magice ale alchimistului care o implora.

După ce, mai tîrziu, s-a constatat că bănuita „piatră filozofală" este o substanță obișnuită, un element chimic, i s-a căutat un nume. Ce nume mai bun i se putea da decît „fosfor", adică „purtător de lumină".

Alchimiștii evului mediu n-au putut folosi fosforul drept „piatră filozofală". Chimia modernă a dovedit însă că acest element are o importanță deosebită în toate procesele vitale, că este indispensabil plantelor

și animalelor, că datorită lui, asemenea unei veritabile „pietre filozofale", plantele cresc și se dezvoltă mult mai bine, producția agricolă sporește.

Lupta pentru fosfor

Practica l-a învățat pe om că recoltele cresc atunci cînd pămîntul este îngrășat. Cuceritorii spanioli stabiliți în Mexic se mirau și rîdeau de țăranii mayași care aduceau pe ogoare vase de lut pline de pești, pe care-i îngropau în pămînt, din loc în loc, alături de porumbul semănat. Acest obicei moștenit din moși-strămoși era considerat ca o jertfă adusă „marelui duh". Nimeni nu se gîndea că astfel solul se îngrașă cu fosforul din pești.

Pînă prin secolul al XIX-lea nu se cunoștea prea multe despre importanța îngrășămintelor minerale. In Anglia, de pildă, unde se dezvoltase atunci o puternică industrie a produselor din carne, rămînea o mare cantitate de deșeuri. Aceste rămășițe erau măcinate și constituiau un îngrășămînt agricol. Curînd au început să fie măcinate și oasele. Făina de oase, care cuprindea fosfor și calciu, devine astfel un important îngrășămînt. Dar avea un defect : nu era solubilă în apă, așa că elementele ei fertilizante erau greu accesibile plantelor.

Cum poate fi făcut accesibil fosforul din oase ? Răspunsul l-a dat savantul german J. Liebig : „Să tratăm oasele cu un acid mineral și să punem astfel în libertate acidul fosforic, care-i accesibil plantelor !" — a zis el. Și așa a început marșul triumfal al „purtătorului de lumină" în agricultură.

Cînd s-a văzut că oasele pot fi transformate ușor în îngrășăminte chimice, a început o adevărată goană după ele. Dacă în urmă cu ani corăbiile veneau de peste mări și țări încărcate cu mirodenii și aur, acum ele încep să vină și cu... oase.

Curînd îngrășămintele fosforice din oase n-au mai fost suficiente. Oamenii își îndreptară atunci privirile spre America de Sud.

Tot spaniolii observaseră de mult că țăranii incași, de pe litoralul Pacificului porneau cu bărcile spre niște insulițe, de unde se întorceau cu un fel de „pămînt" gălbui, pe care-l împrăștiau apoi pe ogoarele lor. Ce era acest pămînt?

Pe lîngă coastele peruviene și chiliene sînt niște insulițe locuite exclusiv de păsări. Deoarece aici este locul de întîlnire al unor curenți marini calzi și reci, păsările găsesc suficient pește, așa că s-au înmulțit enorm de-a lungul timpului. Datorită hranei abundente, schimburile organice ale păsărilor sînt foarte active, și în consecință înălțimea insulei crește cu aproape 4 cm pe an, prin acumularea substanței eliminate de ele. Cum regiunea este foarte secetoasă, gunoiul păsărilor n-a fost spălat de ploi, așa că an de an s-a depus, formînd mai multe strate a căror grosime atinge chiar 63 de metri.

Incașii din Peru știau că materialul acesta este un foarte bun îngrășămînt. Ei îl numeau „huano", care înseamnă „îngrășare", de unde a provenit și cuvîntul „guano", folosit de europeni. Guanolul a fost cunoscut de aceștia prin renumitul geograf și călător Alexandr von Humboldt, care l-a adus în Europa în 1802. Chimiștii au recunoscut imediat că este un valoros îngrășămînt fosfatic. In 1841 începe exportul cu guano spre Europa. Mii de tone de îngrășămînt trec Atlanticul, pentru a fertiliza ogoarele bătrînului continent.

„Febra fosfaților" cuprinde multe țări. Se descopăr depozite în insulele Antile, în Florida și în Africa de Nord. Cantitățile de fosfați naturali folosite în agricultură cresc. Dar nu sînt totuși suficiente. Apoi erau și scumpe, pentru că trebuiau transportate pe mare, cu corăbiile.

Păsările — prin guanoul lor — și colectorii de oase nu erau în stare să aprovizioneze ogoarele Europei cu fosfor. El mai trebuia căutat și altundeva. Liebig dă o indicație: folosirea sărurilor minerale de fosfor, provenite din magmă. Geologii pornesc să exploreze adîncurile. Se descopăr fosfați minerali în Anglia,

Suedia, Germania, Spania, Canada, pe coasta Africii de Nord, în Sudan, în insulele Oceaniei. Cele mai mari zăcăminte au fost însă descoperite în Uniunea Sovietică, în anii Puterii Sovietice, care deține cca 30% din rezerva mondială de fosfați minerali.

Peninsula Kola... Natura din această parte a lumii este vitregă. Cît vezi cu ochii, pe sute de kilometri, pămîntul e acoperit cu mușchi. Peisajul tundrei îl schimbă numai munții Hibinsk acoperiți cu zăpadă. Acum vreo treizeci și șase de ani aceste locuri erau aproape pustii; rar puteai întîlni oameni. Azi ținutul a devenit de nerecunoscut. Ca în întreaga Uniune Sovietică și aici pulsează vijelios viața. Aici, pe versanții munților Hibinsk, se extrage o prețioasă piatră verde — apatitul, o adevărată piatră a fertilității. Principalul element din compoziția ei o constituie fosforul.

De unde vine numele pietrei? Dacă traducem cuvîntul grecesc „apatit", vom obține... „înșelător". De ce oare i-au dat mineralogii o denumire atît de puțin... onorabilă. Dintr-un punct de vedere ei au avut dreptate. Prea din cale-afară de multe fețe are această piatră a fertilității! Cînd apare sub forma unor mici cristale transparente asemănătoare cu berilul sau cuarțul, cînd sub forma unui minereu granulos și lucios, semănînd cu marmura, cînd sub formă de mase compacte ca ale calcarului obișnuit. Aproape că nu știi ce este! De aceea i s-a spus... „înșelător", adică „apatit".

Geologii au venit la Hibink prin vara anului 1923. Ei au pătruns în munți pe cărările bătute de reni și au descoperit cele mai bogate zăcăminte de apatit din lume. După cîțiva ani au venit aici primii mineri. Apoi s-au ridicat și uzinele.

Apatitul extras este trimis întîi la fabricile de preparare. Aici el este măcinat și curățat de impurități. Se obține un praf alb — concentrat de apatit — friabil și moale, asemănător cu făina.

Astăzi sute de vagoane pline cu praf alb pleacă zilnic din peninsula Kola spre sud, la uzinele chimice,

unde cu ajutorul acidului sulfuric apatitul se transformă într-un altfel de praf — superfosfatul.

In Uniunea Sovietică se mai găsesc zăcăminte de roci fosfatice sub formă de fosforiți la Kara-Tau, la Viatka-Kama, la Egorova, la Aktinbinsk, și în Kazahstan. Zăcăminte mai puțin bogate în fosfor, și de dimensiuni mai mici, se întîlnesc și în S.U.A., Algeria, Maroc, Tunisia, Franța, R. P. Chineză, R. D. Vietnam, Japonia, Australia, Peru, Chile etc.

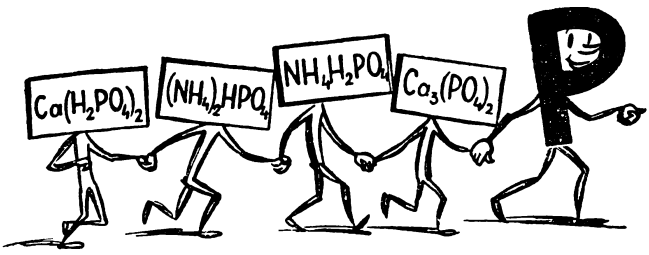
Și la noi în țară au fost puse în evidență cîteva zăcăminte naturale de fosfați, dar ele nu pot face încă obiectul unor exploatări .

Și iată că a fost extrasă din zăcămînt roca fosfatică. Ce se face acum cu ea ? Va fi supusă unor procese chimice menite să transforme fosforul aflat sub formă puțin solubilă sau chiar insolubilă, în forme ușor accesibile plantelor. Pentru asta roca este purificată și tratată în felurite chipuri.

Cel mai important îngrășămînt fosforic este superfosfatul. Sub numele acesta înțelegem un îngrășămînt în care partea principală o formează fosfatul monocalcic [$Ca(H_2PO_4)_2 . H_2O$], însoțită de mici cantități de acid fosforic (H_3PO_4), fosfat dicalcic ($CaHPO_4 . 2H_2O$), gips și fosfat tricalcic nedescompus. Deci cînd spunem superfosfat nu trebuie să ne gîndim la o anumită substanță chimică, ci la un amestec de substanțe. Cînd îngrășămîntul conține sub 10,9% fosfor poartă numele de superfosfat, iar cînd procentul de fosfor este mai mare, de superfosfat concentrat sau dublu.

In mare, superfosfatul se fabrică tratînd făina de oase, făina de fosforiți sau apatitul cu acid sulfuric. Au loc mai multe reacții chimice, care duc pînă la urmă la substanțele chimice amintite.

Dar superfosfatul poate fi fabricat și fără acid sulfuric, care-i destul de scump. Pentru asta se arde un amestec de roci fosfatice cu gips și glaserit (sulfat de sodiu și potasiu).



Parada îngrășămintelor cu fosfor.

Superfosfatul concentrat are o fabricație ceva mai complicată, pentru că întîi trebuie produs acidul fosforic și apoi cu acesta sînt descompuși fosfații naturali. Deși fabricarea superfosfatului dublu este mai costisitoare, totuși are o serie de avantaje față de superfosfatul obișnuit. Astfel, conținînd o cantitate mai mare de fosfor, prețul de cost al transportului pentru aceeași cantitate de fosfor este mai mic. Apoi fabricarea lui se poate face și din substanțe cu un conținut mai mic de fosfor.

Plecînd tot de la acidul fosforic se fabrică un alt îngrășămînt numit precipitat. Din punct de vedere chimic, acesta este fosfat dicalcic ($Ca\ H\ PO_4 .\ 2\ H_2O$). Numele de precipitat îi vine de la faptul că produsul este obținut prin precipitarea acidului fosforic cu hidroxid de calciu. Precipitatul mai poate fi fabricat și altfel, descompunînd fosfatul tricalcic cu acid azotic, cînd se produce totodată și azotat de calciu, sau chiar fără folosirea vreunui acid.

După superfosfat, cel mai răspîndit îngrășămînt este zgura lui Thomas. Acesta este un produs secundar, o rămășiță, obținută în metalurgia fierului în urma prelucrării unor minereuri de fier ce cuprind o anumită cantitate de fosfor.

Chimiștii din țările deficitare în acid sulfuric și-au pus întrebarea: „oare nu pot fi produse îngrășăminte fosfatice, care să conțină «purtătorul de lumină» într-o

formă ușor accesibilă plantelor, fără să se folosească acid sulfuric ?"

Incercarea de a rezolva problema a atras numeroși chimiști. Chiar J. Liebig s-a apucat să încălzească fosfați naturali, cu gîndul că i-ar putea transforma într-un produs accesibil plantelor. Nu a obținut însă rezultate. Chimiștii n-au descurajat. După îndelungate și nenumărate experiențe a putut fi fabricat în 1816 un astfel de îngrășămînt, care a primit numele de termofosfat, adică fosfat obținut prin căldură. Astăzi se produc termofosfați alcalini, prin încălzirea rocilor fosfatice cu nisip și carbonați bazici, și termofosfați magnezieni, prin încălzirea rocii fosfatice cu compuși ai magneziului.

Dacă mai adăugăm la îngrășămintele amintite și făină de oase, avem o imagine completă asupra îngrășămintelor fosfatice folosite în agricultură.

Astăzi se fabrică la noi în țară cantități importante de îngrășăminte fosfatice la Valea Călugărească, Năvodari și Tîrnăveni. Materia primă o constituie apatita și fosforitul.

Rezultatele ?

Știți cît fosfor conține corpul omului ? Aproape unu la sută. El se găsește în oase și în mușchi, în sînge și în țesuturile creierului. Medicii au arătat că dezvoltarea normală a organismului depinde în mare măsură de felul cum este asigurat corpul cu fosfor. Dacă alimentarea cu fosfor este defectuoasă, întreaga activitate vitală a organismului se dezechilibrează.

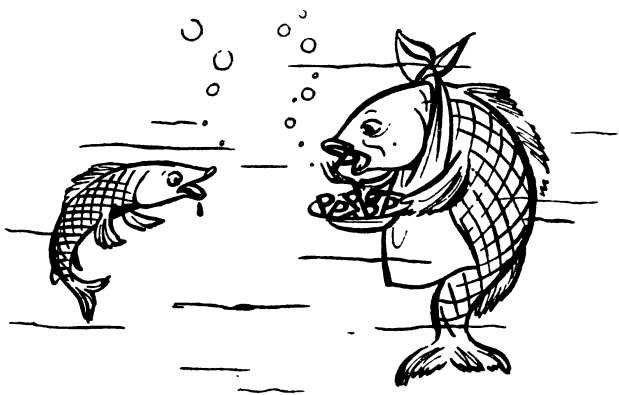
La Leningrad s-a făcut o experiență interesantă. Crescătorii de pești au introdus în eleștee îngrășăminte cu fosfor. Prin aceasta s-a intensificat dezvoltarea în apă a algelor microscopice și a altor organisme infim de mici, ceea ce a avut ca rezultat înmulțirea intensă a peștilor, datorită hranei mai abundente și mai complete, ce le-a fost pusă la dispoziție.

O însemnătate deosebită are fosforul și în dezvoltarea celulelor oaselor, precum și în funcționarea sistemului nervos. S-a stabilit că oasele și creierul animalelor conțin mult „purtător de lumină". Iată de ce convalescenților și oamenilor care depun o intensă muncă intelectuală li se recomandă medicamente cu fosfor. Insuficiența fosforului atrage slăbirea memoriei. Fosforul intră în compoziția hormonilor, a fermenților etc.

Deoarece animalele și omul folosesc planta drept hrană, este firesc ca aceasta să conțină fosforul în cantități suficiente. De altfel, fără acest element nici planta nu poate trăi. Acțiunea lui aici este multilaterală. Elementul „purtător de lumină" nu numai că ridică cantitatea producției agricole. Inul și cînepa, de pildă, dacă primesc suficiente cantități de fosfor, produc fibre de calitate mai bună, mai rezistente, mai lungi și mai fine. La cartofi crește conținutul de amidon, fructele și leguminoasele înmagazinează mai mult zahăr.

Dar asta nu este încă totul. Fosforul, ca o adevărată „piatră filozofală", acționează asupra plantelor, fă-

Chiar și peștii sînt îngrășați cu fosfor.



cîndu-le mai rezistente la îngheț, la secetă, determinîndu-le să se dezvolte mai rapid și să crească mai mari.

Iată cum substanța purtătoare de lumină devine miraculoasă ! Și iată de ce este foarte important ca plantele agricole să nu sufere de lipsa ei.

Avantajele folosirii îngrășămintelor cu fosfor sînt foarte mari. De pildă un singur kilogram de fosfor introdus în sol sub formă de îngrășăminte mărește simțitor recolta la hectar, la sfecla de zahăr cu 40—50 kg, la cartofi cu 40—50 kg, la bumbac cu 5—6 kg, la cereale cu 15—20 kg... și cîte nu s-ar mai putea spune !

Plecînd de aici, ne putem da ușor seama ce rezultate importante dau îngrășămintele fosfatice, dacă ne gîndim la sporul de recoltă pe care-l putem căpăta, cu ajutorul „purtătorului de lumină", de pe cele zece milioane de hectare arabile ale țării noastre.

Fosforul este un „atlet": ridică producția de cereale.

Din sol sau din aer ?

Nu poate exista viață pe Pămînt fără azot ! Acesta-i un adevăr ce nu mai trebuie demonstrat ; îl știe orice elev. De ce ? Fiindcă azotul este unul din elementele de bază al substanțelor chimice ce alcătuiesc celula. Fără azot nu există aminoacizi, și fără aminoacizi nu pot exista proteinele.

Pînă în pragul secolului al XIX-lea, cînd chimia a început să se dezvolte impetuos, se credea că plantele își alcătuiesc corpul din „sucurile pămîntului". Ideea aceasta este veche. Ea a fost formulată acum mai bine de 2000 de ani de învățatul grec Aristotel. Constatînd că plantele n-au... stomac, învățatul a tras concluzia că hrana plantelor este digerată de către sol, iar de aici „sucurile" digerate trec prin rădăcini în plantă.

Oricît de curioasă ar fi această explicație, ea însă nu trebuie să ne mire, dacă ținem seama de nivelul cunoștințelor științifice din acele vremuri. De altfel practica agricolă arată în modul cel mai clar că terenurile fertile produceau recolte mult mai mari decît cele nefertile. Deci în terenurile fertile se producea o „digestie" mai intensă, iar „sucurile" rezultate hrăneau mai bine plantele.

Și așa au trecut secole, fără ca nimeni să conteste învățătura lui Aristotel.

Dezvoltarea chimiei dă însă lovitura de grație neștiințificei teorii a învățatului grec. Descoperirea fotosintezei arată că plantele iau carbonul din aer, nu din pămînt.

Controversată a fost și originea azotului din plante. Cum azotul reprezintă aproape 80% din volumul aerului, o serie de cercetători au fost tentați să afirme că el este luat de plante direct din aer. De ce n-ar lua planta azotul direct din aer, unde se află în cantitate foarte mare, așa cum ia bioxidul de carbon, prezent în atmosferă doar în fracțiuni de procent ? spuneau ei.

Dar afirmațiile nu-s totul. Știința are nevoie de dovezi concrete, de experiențe care să le sprijine. Analizele chimice au arătat că în sol se găsește azot în cantități ceva mai mari decît în atmosferă. Aici el se află unit cu alte elemente, fie sub formă de combinații anorganice (săruri de amoniu, azotați, azotiți), fie sub formă de combinații organice, rezultate din descompunerea resturilor de plante și animale.

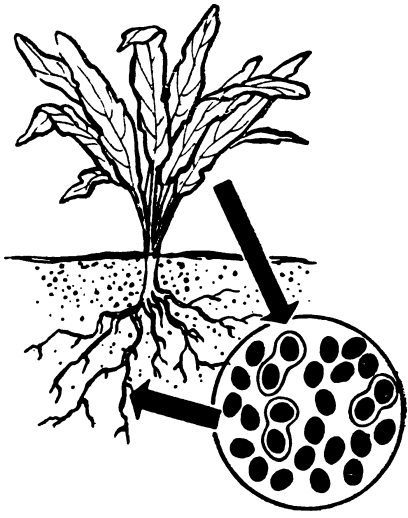
Deci există azot și în aer și în sol. De unde-l ia planta? Pe la mijlocul secolului al XIX-lea cercetătorul francez Boussingault a făcut o experiență care a demonstrat, pentru moment, că partizanii ideii nutriției plantelor cu azot din sol au dreptate. Astfel el a cultivat plante de floarea-soarelui în nisip spălat, calcinat și îngrășat cu substanțe minerale din care lipseau cu desăvîrșire combinațiile azotului. Rezultatul: a obținut niște plante pitice, nedezvoltate, ce au primit numele de „limitate", deoarece conțineau numai azotul existent în sămînță. Cultivînd paralel plante care au primit și săruri de azot, acestea s-au dezvoltat normal. Concluzia: plantele iau azotul din sol.

Combinațiile azotului din sol au fost împărțite de cercetători în trei mari grupe: combinații organice, săruri de amoniu și nitrați. Asta a dus la expresiile prescurtate, folosite azi curent: „azot organic", „azot amoniacal" și „azot nitric"; în ultima grupă sînt cuprinși și azotiții (nitriții).

Dacă pentru practica agricolă experiențele și concluziile lui Boussingault și a celor ce l-au urmat dădeau niște îndrumări precise, ele nu răspundeau în schimb la o problemă deosebit de importantă, legată chiar de existența viitoare a vieții pe Pămînt. Iată despre ce era vorba.

Cantitatea de azot combinat, existentă în sol, este mică. Ea se completează de la an la an prin descompunerea substanței organice, constituită din plante și animale; are loc deci un circuit al azotului în cadrul lumii vii. Plantele iau azotul din sol. O parte este transmis animalelor sub formă de hrană, iar altă parte se reîntoarce în sol prin putrezirea rădăcinilor, frunzelor,

Pe rădăcinile leguminoaselor se găsesc bacterii.



tulpinilor etc. După moartea animalelor, azotul lor reintră și el în circuit, prin descompunerea substanței organice. Dar în procesul transformării de către microorganisme a substanței organice în compuși simpli de azot, au loc și reacții ce duc pînă la apariția azotului molecular, în stare gazoasă, care se degajă în atmosferă. Rezultă de aici că dacă n-ar exista posibilitatea să se fixeze azotul molecular din atmosferă, după un lung șir de ani bilanțul azotului în circuitul lui pe Pămînt ar merge către un deficit continuu, ce ar pune în primejdie existența vieții pe glob. Lucrurile nu se petrec însă așa. Natura s-a asigurat cu o serie de „chimiști", capabili să execute transformări uimitoare, menite să ducă la sinteza compușilor de azot din cel existent în atmosferă. Acești „chimiști" sînt bacteriile fixatoare de azot.

De altfel agricultorii observaseră de mult că cerealele dau o recoltă mai mare dacă sînt semănate pe un

sol ce a găzduit înainte o cultură de plante leguminoase. Explicația, firească și corectă de altfel, nu putea fi decît aceea că leguminoasele îmbogățesc solul în azot. Concluzia era însă în contradicție cu experiențele lui Boussingault, care spune că toate plantele își iau azotul din sol.

Cercetătorul H. Hellriegel a observat, în anul 1886, că pe rădăcinile plantelor leguminoase crescute în sol se găsesc o serie de umflături pline cu niște bacterii. Astfel de umflături, nodozități cum au fost numite, nu se formează pe rădăcinile leguminoaselor crescute în nisip sterilizat, mediu folosit de Boussingault pentru experiențele sale. Observația lui Hellriegel a dus, firește, la concluzia că bacteriile din nodozități au proprietatea să asimileze azotul din aer. Între planta gazdă și bacterii are loc o colaborare, o simbioză, prima furnizînd celei de-a doua substanțe nutritive neazotate, iar cea de-a doua substanțe azotate. Experiențele au mers mai departe.Infectînd mediul steril de nisip cu bacterii fixatoare de azot, pe rădăcinile plantelor au apărut nodozități, iar plantele s-au dezvoltat normal, cantitatea de azot total a întregii plante depășind cu mult pe cea existentă în sămînță, deci inițială. De unde a venit acest surplus de azot? Desigur că el nu putea proveni decît din aer, prin intermediul bacteriilor fixatoare. Deci, într-un anumit fel, planta se poate aproviziona cu azot și din aer.

Pentru practică constatările oamenilor de știință privind nutriția cu azot a plantelor a avut urmări importante. Ele au dus la apariția îngrășămintelor minerale cu azot și a îngrășămintelor bacteriene.

Pentru a fi clasificate mai cu ușurință, oamenii de știință au împărțit îngrășămintele minerale cu azot în trei mari categorii: îngrășăminte cu azot amoniacal, îngrășăminte cu azot nitric, îngrășăminte cu azot nitric și amoniacal, și îngrășăminte cu azot sub formă amidică.

Din prima categorie, fără îndoială că unul din cel mai important îngrășămînt este amoniacul, substanță cunoscută de toată lumea prin variatele ei întrebuin-

țări și prin mirosul său caracteristic. Chimiștii îi scriu numele simplu NH_3, ceea ce vrea să spună că o moleculă de amoniac cuprinde un atom de azot și trei de hidrogen.

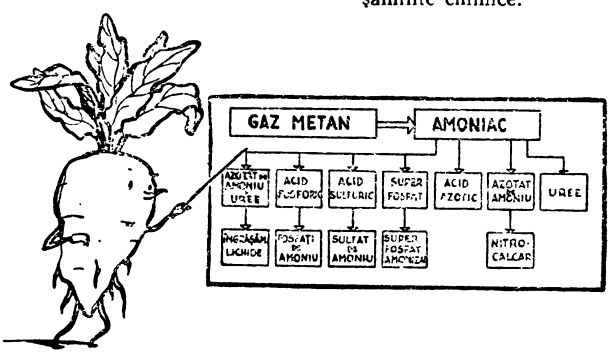
Zi de zi utilizarea amoniacului drept îngrășămînt crește. Aceasta datorită eficacității lui, deoarece, o singură fabrică de amoniac de putere mijlocie, produce într-un an atît azot, cît toate plantele leguminoase de pe un milion de hectare.

Cum se obține amoniacul? Simplu: prin unirea directă a azotului cu hidrogenul. Sinteza amoniacului din elementele sale componente nu este însă ușoară. ea avînd loc în instalații speciale de mari proporții și la presiuni uriașe. La noi în țară amoniacul se fabrică pornind de la metan. În afara faptului că amoniacul este un bun îngrășămînt, el este și o valoroasă materie primă pentru o seamă de alte produse chimice.

Tot îngrășăminte cu azot amoniacal sînt și sulfatul de amoniu și clorura de amoniu. Acestea se fabrică fie direct, prin combinarea amoniacului cu acidul sulfuric sau cu acidul clorhidric, fie folosind alte procedee.

Amoniacul poate duce și la acid azotic, substanța de bază a îngrășămintelor cu azot nitric. Pentru asta

Gazul metan este o materie primă pentru îngrășăminte chimice.



el este supus unor serii de transformări chimice, apoi este combinat cu săruri de sodiu, potasiu sau calciu, pentru a da, respectiv: azotat de sodiu, azotat de potasiu sau azotat de calciu.

Pe lîngă aceste produse de sinteză, mai sînt folosite drept îngrășăminte chimice cu azot nitric și azotații naturali, cunoscuți sub numele de „salpetru de Chile". In Chile, pe o lungime de aproximativ 600 km de coastă, s-au găsit cele mai mari zăcăminte de salpetru. Acest pustiu de sare sclipitoare, cu lacuri de borax, a adus venituri uriașe exploatatorilor capitaliști, de pe urma comercializării salpetrului drept îngrășămînt chimic. In același timp, el a fost mormîntul a mii și mii de muncitori cărora salpetrul le distrugea plămînii și pielea, și-i cobora de timpuriu în morminte. Iar cînd în 1907 muncitorii au organizat o grevă, revendicînd dreptul la o viață de om, autoritățile n-au ezitat să ordone: foc! In cîteva minute patru mii de muncitori au fost seceraţi de gloanțe.

Dacă acidul azotic este combinat cu amoniacul se obține azotatul de amoniu, un îngrășămînt ce conține azotul atît sub formă nitrică, cît și sub formă amoniacală. El se fabrică simplu, neutralizînd acidul azotic cu amoniac. Este unul din îngrășămintele azotate ce dă bune rezultate pe orice tip de sol.

Adăugînd calciu azotatului de amoniu, se obține nitrocalcamoniu, îngrășămînt cu reacție fiziologică bazică. De aceea este folosit pe locurile cu reacție acidă, în vederea ameliorării lor.

Ultima categorie de îngrășăminte cu azot o constituie acelea ce-l conțin sub formă amidică. Aici întîlnim cianamida de calciu și ureea. Prima se obține printr-unul din procedee, pornind de la var, cărbune și azot. Cea de-a doua — ureea — poate fi sintetizată din amoniac și bioxid de carbon.

Iată, în cîteva cuvinte, principalele îngrășăminte chimice minerale cu azot, puse astăzi la dispoziția agriculturii de către chimiști. Așa cum am mai amintit, azotul mai poate fi furnizat plantelor și cu ajutorul îngrășămintelor bacteriene. Dintre acestea amintim

nitraginul și azotogenul. Acestea sînt îngrășăminte ce conțin bacterii simbiotice, caracteristice unor anumite plante leguminoase. Asimilînd direct din aer azotul, ele îl pun plantei la dispoziție, iar după moartea acesteia azotul rămîne în sol, îmbogățindu-l în acest element.

Dar îngrășămintele bacteriene nu furnizează plantei numai azot. Sînt îngrășăminte care solubilizează fosforul, potasiul etc. Toate sînt fabricate azi în instalații speciale.

„VITAMINELE" PLANTELOR

În urmă cu ani se credea că plantele au nevoie numai de apă, bioxid de carbon și încă cîteva elemente: azot, fosfor, sulf, calciu, magneziu și fier. Dacă analiza arăta și altele, pe lîngă acestea, se considera că existența lor în plante este întîmplătoare.

Studiile făcute de cercetători în primele decenii ale secolului nostru au demonstrat că ipoteza arătată mai sus este greșită. Nu — au spus savanții — plantele au nevoie de mult mai multe elemente. Fără ele nu se pot dezvolta normal, nu pot fructifica, se îmbolnăvesc și pier. Așa s-a ajuns la descoperirea „microelementelor" și „ultramicroelementelor". Acestea acționează în cantități foarte mici, uneori numai sub formă de urme, astfel că ar putea fi asemănate cu vitaminele necesare animalelor.

Analizele de mare precizie au arătat existența în plante a nu mai puțin de 70 microelemente, dintre care cele mai importante sînt: cuprul, cobaltul, man-

Microelementele sînt „vitamine“ ale plantelor.

ganul, molibdenul, fluorul, bromul, iodul, nichelul, cromul, aluminiul, litiul, beriliul, vanadiul. Ultramicroelementele se găsesc în plante în cantități și mai mici. Dintre ele fac parte aurul, mercurul, platina, radiul, uraniul, actiniul, toriul. O privire fugară ne arată imediat că cea mai perfectă uzină chimică — planta — folosește toate elementele tabelului lui Mendeleev, începînd cu hidrogenul și terminînd cu uraniul.

Observațiile cercetătorilor au condus la ideea că micro și ultramicroelementele, deși sînt luate de plante în cantități foarte mici, îndeplinesc totuși un rol la fel de important ca macroelementele. Dar, în timp ce ultimele intră în constituția substanțelor organice fabricate de „uzina vie“, micro și ultramicroelementele îndeplinesc funcții de catalizatori ai diferitelor reacții chimice din plante, grăbind sau încetinind reacțiile ce au loc în plante. De asemenea, ele intră în compoziția unor fermenți care reglează diferitele transformări de substanțe organice petrecute în timpul proceselor de nutriție, creștere, dezvoltare, mișcare etc.

Fierul, de exemplu, intră în compoziția fermenților catalaza și peroxidaza, care intervin în procesul respirației. Datorită capacității sale de a trece din forma ferică în cea feroasă și invers, fierul participă la procesele de oxido-reducere. Tot el catalizează sinteza clorofilei în frunză. În lipsa lui planta nu poate sinteza clorofilă, chiar dacă are la dispoziție toate celelalte elemente necesare.

Cuprul înlesnește o serie de reacții din interiorul celulelor. Astfel, s-a dovedit că sub influența lui cresc respirația, viteza metabolismului glucidelor, rezistența la boli etc. Cercetările au arătat chiar că acest element are proprietatea să facă plantele să rețină apa în mai mare măsură, devenind mai rezistente la secetă. Studiile făcute la noi în țară, la Institutul de biochimie al Academiei R.P.R., au arătat că acțiunea pozitivă a cuprului în privința sporirii rezistenței la secetă, se datorește faptului că acest microelement favorizează creșterea procentului de proteine din plante; or proteinele, se știe, au proprietatea să rețină apa. Cînd în sol se găsește în cantitate suficientă, cuprul stimulează creșterea procentului de zahăr în sfecla de zahăr, a grăsimii în semințele plantelor oleaginoase, a vitaminei C în lucernă, cartofi și alte plante. Insuficiența lui în sol provoacă îngălbenirea și căderea frunzelor la unii pomi fructiferi, dar mai ales la cereale. Lipsa cuprului în plantele folosite drept nutreț pentru animale le provoacă, mai ales la oi, boala numită ataxie.

Un microelement cu o influență hotărîtoare în buna dezvoltare a plantelor îl constituie borul. Lipsa acestui element din sol determină oprirea proceselor de creștere și dezvoltare a plantelor, perturbînd procesele fiziologice ce au loc în ele. Este demn de reținut că pînă azi oamenii de știință au determinat nu mai puțin de douăzeci de boli provocate de lipsa borului. Cînd plantele încep să arate simptome care demonstrează că solul n-are bor, se administrează substanțe ce-l conțin. Acestea pot fi: acidul boric, boraxul, deșeurile de

Şi elementele radioactive sînt folositoare plantelor.

la fabricarea boraxului : chiar cenuşa unor plante şi a unor cărbuni conţine bor.

In rîndul micro şi ultramicroelementelor — a acestor „vitamine" minerale — intră nenumărate alte elemente : fierul, manganul, zincul, molibdenul etc. Toate sînt puse azi la dispoziţia agriculturii de către chimie.

MEDICINA OGOARELOR

De la semănat pînă la recoltat, adesea chiar şi în timpul depozitării, recolta este ameninţată de feluriţi duşmani. Iată nişte gîze gingaşe şi frumos colorate : nici n-ai crede cît sînt de păgubitoare ! Şi, totuşi, mii de hectare cad anual, pe tot globul, pradă acestor

„nevinovate" insecte. Alți dușmani se ascund însă privirilor omului ; pot fi descoperiți doar cînd au început să-și îndeplinească opera lor distrugătoare. Acestea sînt microorganismele provocatoare de boli.

Insectele au un loc de frunte printre dăunătorii agricoli. Pe lîngă faptul că atacă direct plantele, mîncînd frunzele, rădăcinile, tulpinile sau fructele, insectele pot transmite culturilor și nenumărate boli, producînd astfel pagube însemnate. În pomicultură, de exemplu, în afară de reducerea și deprecierea recoltelor, păduchele de San José distruge treptat pomii, care în cîțiva ani se usucă și pier.

A doua categorie de dăunători o formează bolile. Acestea sînt boli specifice, contagioase, provocate de ciuperci, bacterii, virusuri. Urmările lor sînt : putregaiul, veștejirea, căderea frunzelor, a florilor, a fructelor etc., deci recolte slabe sau chiar complet distruse.

Buruienile și unele animale formează alte categorii de dușmani. Pagubele produse de buruieni sînt imense, cifrîndu-se, pe plan mondial, la circa 20—25% din recoltă. De asemenea, nu trebuie uitate animalele mici : rozătoarele (șoarecii și șobolanii, în special), care aduc mari pagube culturilor, „furînd" recolta. E binecunoscut, de exemplu, că un șoarece mănîncă într-o vară chiar mai mult de 1 kg de grăunțe. Dacă sînt lăsați să se înmulțească în voie, recoltele n-ar ajunge nici măcar să-i îndestuleze pe ei, darămite pe om !

Pagubele pricinuite de dăunătorii agricoli se ridică la cifre impresionante. Astfel, după date publicate de O.N.U., numai în 1947 au fost înregistrate în toată lumea pierderi de 33 000 000 de tone cereale !

In lupta cu acești dușmani, omul are un aliat de nădejde : chimia. Ea îi pune la dispoziție „medicamente" — substanțe chimice de combatere — care salvează recoltele.

Utilizarea substanțelor chimice în combaterea dăunătorilor agricoli permite nu numai salvarea recoltelor, dar aduce și importante avantaje economice. Astfel, plivitul chimic al buruienilor, efectuat cu ajutorul

erbicidelor, reduce volumul de lucrări, realizîndu-se o economie însemnată de brațe de muncă (se evită prășitul, plivitul etc.). Bineînțeles, măsurile agrotehnice își păstrează în continuare rolul lor important, însă justa lor îmbinare cu mijloacele chimice de luptă, în funcție de condițiile existente în fiecare loc, asigură eficacitatea în combaterea dăunătorilor.

Substanțele chimice folosite în agricultură pentru protecția plantelor se împart, după natura agentului dăunător, în patru mari grupe: insecticide (substanțe care omoară insectele), fungicide (substanțe ce distrug agenții producători de boli), raticide (otrăvuri pentru rozătoare) și erbicide (substanțe care distrug buruienile).

Importanța acestor substanțe chimice iese și mai mult în evidență dacă ținem seama de valoarea produselor salvate prin folosirea lor.

Astfel, practica a arătat că, folosind insecticide în valoare de 192 lei, se poate asigura la hectar un spor de recoltă în valoare de 2 000 de lei. Analiza economică făcută în raionul Bistrița a demonstrat că, aplicînd stropiri la timp și în mod corect, se obțin venituri suplimentare de 10 000 de lei la ha numai din diferența de calitate a fructelor. În unele cazuri, eficiența tratamentelor este mult mai mare, aproape de necrezut. De pildă, tratînd semințe de legume cu produse organomercurice care valorează 1 leu, valoarea recoltei salvate este de 3 499 de lei! Iată numai cîteva exemple, dar cîte nu se pot da!

În trecut, producția de insectofungicide a țării noastre era aproape inexistentă. Iar ceea ce se folosea, în cantități foarte mici, se aducea din străinătate, la prețuri mari, fiind inaccesibile micilor gospodării.

Regimul democrat-popular a schimbat radical situația. Mergînd ferm pe linia mecanizării și a chimizării agriculturii, partidul, prin cuvîntul tovarășului Gh. Gheorghiu-Dej, care a prezentat raportul la Plenara C.C. al P.M.R. din 30 iunie—1 iulie 1961, a reamintit importanța protecției plantelor împotriva dăunătorilor, subliniind totodată necesitatea producerii unor canti-

tăți tot mai mari de substanțe chimice necesare combaterii dăunătorilor. De aceea nu întîmplător se prevede ca în 1965 să se producă cel puțin 26 000 de tone de antidăunători, dintre care 10 000 de tone de insecticide, 15 000 de tone de fungicide și 1 000 de tone de erbicide.

Chimia a mai venit în ajutorul plantelor cu așanumitele „substanțe stimulatoare". Acestea — obținute în general prin sinteză chimică — sînt azi larg utilizate în legumicultură, floricultură, pomicultură etc. Cu ajutorul lor omul poate să producă fructe fără semințe, să oprească pornirea vegetației pomilor cînd primăvara este pericol de îngheț, să grăbească coacerea recoltei etc. Iată cîteva substanțe stimulatoare produse de industria chimică: heteroauxina, acidul alfa naftilacetic, acidul 2,4D, acidul 2,4,5T, acidul 4 clorfenoxiacetic etc. În ultimul timp cercetătorii au descoperit o nouă și interesantă substanță stimulatoare, numită giberelina. Ea a fost extrasă dintr-un mucegai, procesul de lucru fiind asemănător cu acela folosit la fabricarea antibioticelor.

TOT MAI MULTĂ HIRTIE

O incursiune în istoria hîrtiei

Hîrtia pe care scriem zilnic sute de cuvinte și cifre își are povestea ei. Începuturile i se pierd în urmă cu mii de ani și ne poartă pe vechile meleaguri cuprinse între Tigru și Eufrat, la gurile fluviului Nil, în marele Imperiu chinez și mai apoi în Europa.

In copilăria omenirii știrile și întîmplările demne de ținut minte erau transmise din gură în gură, de la bătrîn la tînăr. Metoda ce a înfruntat anii a rămas însă scrierea.

La început omul a însemnat lucrările ce trebuiau reținute pe diverse materiale. El și-a improvizat prima cărțulie din ce i-a fost la îndemînă, un os, o foaie de palmier, un ciob de lut, o scoarță de copac etc. Dar nu puteai scrie o cronică sau o veste pe unul din materialele amintite. Și astfel au apărut „cărțile de lut". Ce erau aceste „cărți" ? Scribul care trebuia să pună pe „hîrtie" veștile, s-a gîndit că ar fi mult mai ușor să „scrie" pe o placă de lut, cu un bețișor ascuțit în trei muchii. Așa s-au născut cărțile sumerienilor. Dar „cartea" ca să poată trăi mai mulți ani trebuia... arsă, altfel lutul uscat s-ar fi prefăcut cu timpul în praf.

Și timpul trece, se scurge din caierul vremii, cîte puțin aducînd transformări și în lumea scrisului. Apare vestita „carte-panglică" a vechilor egipteni. Aceștia foloseau pentru scris o altă „hîrtie" — papirusul. El era produs din tulpina plantei „Cyperus papyrus", un soi de trestie care crește din belșug pe malurile fluviului Nil. Planta nu dădea egipteanului numai „hîrtie". Din ea se putea confecționa îmbrăcăminte, încălțăminte, se pregăteau bucate gustoase și multe altele.

„Cartea panglică" a vechilor egipteni.

Iată cum se obținea papirusul. Măduva plantei era desfăcută în fîșii subțiri, care se lipeau una de alta pînă se căpăta o foaie mare. Lipirea fîșiilor nu era o operație simplă și necesita multă îndemînare. Ea se făcea pe o masă înclinată, udată continuu de apa Nilului; drept clei servea chiar mîlul adus de apă. După lipirea unui mare număr de fîșii, foii i se tăiau marginile. Peste ea, de-a curmezișul, se așeza o altă foaie și se presa puternic. Materialul, uscat la Soare și lustruit cu o valvă de scoică sau cu un os, dădea papirusul.

Papirusul avu curînd un rival periculos: „hîrtia din piele" — pergamentul. Vrajba dintre el și pergament a pornit de la invidia faraonului egiptean. Acesta — așa cum făcuseră și strămoșii lui — se mîndrea cu biblioteca din Alexandria, și nu concepea ca alta s-o întreacă. De la un timp însă strălucirea bibliotecii începu să pălească în fața celei din Pergam, oraș în Asia mică. Faraonul hotărî atunci să împiedice avîntul

rivalei, oprind exportul de papirus spre Pergam. Ce puteau face pergamezii în situația asta decît să-și fabrice singuri materialul pentru scris ? Și astfel apăru pergamentul. El nu se făcea însă din planta papyrus, ci din piei de oaie sau capră tăbăcite special.

Curînd importanța papirusului începu să scadă, pentru că pergamentul dovedea din zi în zi calități noi, care-i lipseau rivalului său. De pildă, pergamentul se putea îndoi fără să se rupă, se putea scrie pe ambele lui fețe, putea fi cusut în formă de caiete etc. Asta a făcut ca pînă la urmă, după cucerirea Egiptului de către arabi, pergamentul să învingă definitiv papirusul. Și pe el îl aștepta însă aceeași soartă, căci în răsăritul Asiei, în Marele Imperiu de mijloc — China de astăzi — se născuse materialul ideal pentru scris — hîrtia.

După ce au folosit pentru scris, ca mai toate popoarele, piatra, lutul, lemnul, iar acum vreo 3 000 de ani plăcile de bambus, chinezii au descoperit hîrtia — materialul care deschide o eră nouă în istoria civilizației. Descoperirea hîrtiei a avut loc așa cum spun cronicile — în anul 105 al erei noastre, iar creatorul ei a fost chinezul Țai-lun din Nankin. Acesta reușește să producă din fire de bambus, din unele ierburi, din cîlți sau cîrpe vechi foi albe de „ci", hîrtie chinezească.

Ca să obțină hîrtie meșterii chinezi puneau materialul într-o piuă de piatră, unde-l pisau cu apă pînă se obținea o pastă ; din aceasta se turnau foile de „ci". Pentru turnare se folosea o ramă alcătuită din fire de bambus și mătase, în care se punea puțină pastă, apoi rama se scutura bine ca pasta să se întindă pe toată suprafața ramei. Procedînd astfel, apa din pastă se scurgea și pînă la urmă se obținea o foaie de hîrtie brută. Acum foaia trebuia doar uscată la Soare, apoi presată puternic, pentru ca să se îndrepte perfect.

Europa a cunoscut hîrtia mult mai tîrziu, prin mijlocirea arabilor, care au preluat de la meșterii uzbeci din Samarkand secretul fabricării ei. Faptul s-a pe-

trecut după anul 751, în urma luptei dintre trupele chineze și trupele califului arab, cînd arabii au luat prizonieri cunoscători ai meșteșugului hîrtiei. Curînd, pe la anul 900, arabii fabricau la Bagdad și Damasc hîrtie ce ajunsese bine cunoscută și apreciată.

In anul 1100, prin intermediul arabilor cuceritori, meșteșugul fabricării hîrtiei ajunge și în Europa. Acum apar „mori de hîrtie" în Spania, Italia, Sicilia etc. Din aceste centre ele s-au răspîndit în toată Europa.

Sistemele de lucru erau încă primitive, cu singura deosebire că morile ce măcinau pasta, precum și sitele pe care se întindeau foile de hîrtie, nu mai erau acționate manual, ci hidraulic.

O dată cu folosirea tiparului în Europa, consumul de hîrtie crescu foarte mult. Industria de hîrtie ce se năștea făcu față acestor cereri inventînd „cilindrii olandezi", întrebuințați pînă în ziua de azi.

Sub impulsul cererilor mereu crescînde, tehnicienii au găsit mijloace din ce în ce mai perfecționate pentru producția industrială a hîrtiei. Astfel, în anul 1799 tehnicianul francez Louis Nicolas Robert inventează mașina continuă „fără sfîrșit", care putea să producă foi de 16—20 metri lungime, late de un metru, cu o viteză de cîțiva metri pe minut. Cu timpul se ajunge la mașinile care fabrică hîrtie neîntrerupt.

Consumul sporit de hîrtie a impus o revizuire a izvoarelor de materie primă. Pînă în anul 1840 hîrtia se obținea prin valorificarea diverselor produse vegetale, cum ar fi cîlții, cîrpele vechi, precum și diverse plante ierbacee. Încă nu se descoperiseră procedeele chimice care permit fabricarea hîrtiei și din alte materiale decît cele amintite mai sus. Varietatea materiei prime a permis francezului Piet să tipărească în anul 1775 o carte alcătuită din foi de hîrtie obținută din 72 de plante diferite!

Anul 1840 aduce noutăți menite să ridice industria hîrtiei pe o treaptă superioară: s-a reușit să se defibreze mecanic lemnul de brad. De atunci, fabricile de hîrtie încep să utilizeze paste de lemn.

Un suflu înnoitor aduce în industria hîrtiei și celulozei fabricarea pe scară industrială a celulozei, prin fierberea lemnului de brad cu reactivi chimici.

★

★ ★

Morile de hîrtie au apărut în țara noastră prin veacul al XVII-lea, în Ardeal. În Muntenia existau astfel de mori încă din timpul domniei lui Matei Basarab. Date precise despre existența lor ne spun că în anul 1775 a fost ridicată o „moară de hîrtie" pe malul rîului Colentina, lîngă București. Despre „morile de hîrtie" din Moldova vorbește și Dimitrie Cantemir în „Descrierea Moldovei". Prima industrie mecanică de hîrtie de la noi a luat ființă în anul 1881 la Letea. După un an s-a ridicat fabrica de hîrtie de la Bușteni, iar în anul următor fabrica de celuloză și hîrtie de la Zărnești. Pe drept cuvînt putem spune, deci, că industria hîrtiei este una din industriile cele mai vechi din țara noastră.

Primitive, „morile de hîrtie" produceau puțin și cereau multă trudă muncitorilor, la împinsul bușteni-lor, la manevrarea pîrghiilor și mecanismelor. Hîrtia produsă aparținea proprietarului și era menită fie să plece peste hotare, fie să intre în tiparele preselor mînăstirești.

Cartea bună, cartea cu învățăminte era rară. La sate uneori era chiar de prisos : cine s-o citească cînd mai toți erau analfabeți și semnau prin „punere de deget" pe o cruce trasă cu cerneală.

Muncind în condiții neomenoase, au trecut generații întregi prin fabricile de hîrtie ale capitaliștilor romîni și străini. A venit însă 23 August 1944 și apoi naționalizarea, în 1948. În țară erau numai șapte fabrici de hîrtie, cu utilaj învechit și productivitate redusă. Pornind la refacerea și dezvoltarea economiei naționale, muncitorii conduși de partid au reconstruit și reutilat vechile fabrici, au înălțat altele noi. Azi în fabricile de hîrtie de la Bușteni, Bacău, Zărnești sau Piatra Neamț, nenumărate procese de producție sînt mecanizate.

Tot mai multă hîrtie ia calea tipografiilor. De aici, de sub apăsarea preselor, pornesc în toate colțurile țării milioane de cărți, ziare și reviste. Sînt hrana minții. Analfabetismul a fost lichidat. Muncitorii și țăranii citesc azi lucrări de specialitate, studiază pe marii dascăli ai proletariatului, sorb slova caldă a literaturii clasice și contemporane. Ziarul, folosind cele mai noi mijloace de transport, pătrunde în cătunele cele mai depărtate. Dar ca să se ajungă aici a fost necesar ca producția să crească zi de zi, să fie înălțate noi unități industriale.

Pentru a economisi lemnul de rășinoase, ce se reface greu, industria de celuloză și hîrtie este îndreptată tot mai mult spre materii prime economice: lemnul de foioase, stuful, paiele. De aceea în anii regimului democrat-popular plopul și salcia, în special din lunca Dunării, sînt folosiți în mod curent la fabricarea celulozei pentru hîrtia de scris și de tipar. La Palas, lîngă Constanța, a fost ridicată o fabrică care produce semiceluloză din paie.

Directivele Congresului al III-lea al P.M.R., prevăd sporirea continuă a producției de hîrtie și celuloză. Astfel producția de hîrtie va crește în 1965 de 2,9 ori față de 1959, iar cea de celuloză de peste 4,5 ori. În vederea realizării acestor sarcini va fi pusă în funcțiune o fabrică de celuloză din paie, de celuloză sulfat, hîrtie și saci la Suceava. Pentru creșterea producției de hîrtie se vor construi pînă în 1965 fabrici cu o capacitate de circa 360 000 tone anual de celuloză și semiceluloză și circa 360 000 tone hîrtie pe an. În felul acesta țara noastră va produce în viitor o mare cantitate de hîrtie, la nivelul celor mai avansate țări din lume.

La o fabrică de hîrtie

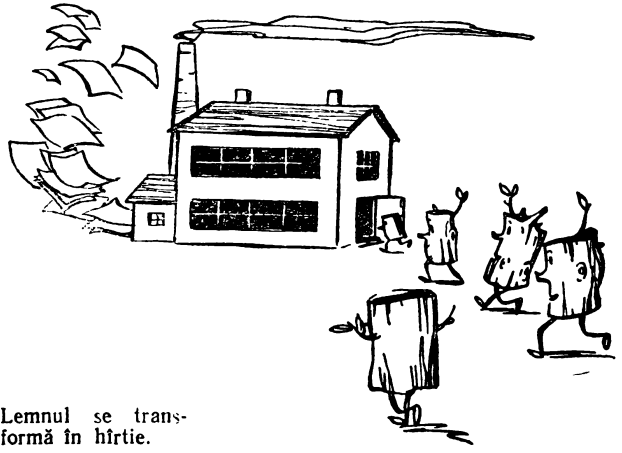
Mașinile moderne reproduc, la un nivel superior, principiul și ideea sitei primitive a celor dintîi ateliere, unde se producea materialul destinat scrisului.

În principiu, pe sita mecanică a fabricii moderne, se toarnă pasta de celuloză, diluată cu apă și curățată de impurități. Din cauza vitezei de deplasare în sens longitudinal, precum și prin ușoara scuturare laterală pe care o suferă sita, fibrele de celuloză se așază, pierd cea mai mare parte din apă și formează o hîrtie poroasă, asemănătoare pîslei, cu o rezistență suficientă pentru a putea fi condusă printr-un sistem de prese și cilindri uscători, care o transformă în hîrtie.

Să poposim la o fabrică de hîrtie și să vedem cum se ajunge la produsul finit.

Vom urmări drumul a două stive de bușteni de brad — una care va servi la prepararea „pastei mecanice", iar alta la fabricarea celulozei. Ambele vor da naștere, în cele din urmă, unei foi lungi de hîrtie.

Bușteniі nici n-au apucat bine să „răsufle" după călătoria făcută din vîrful muntelui pînă la fabrică. Aici ferăstraiele îi taie în bucăți de aceeași lungime. După scurtare, butucii pornesc la descojit. De acum drumul butucilor se desparte : unii vor merge la defibrator ca să dea naștere pastei mecanice, iar alții la



Lemnul se transformă în hîrtie.

tocător, de unde mai departe se vor transforma în celuloză. Să-i urmărim pe cei dintîi.

Defibratorul este un fel de polizor, care mușcă din butuc fibră cu fibră, pînă ce nu mai rămîne nimic din el. Se obține astfel un rumeguș care cu apa formează o pastă. Aceasta se depozitează în rezervoare uriașe, așa-numitele pîlnii de decantare. În continuare pasta cu fibrele trece la separatorul de așchii; aici părțile mai mari de lemn sînt reținute. Se ajunge apoi la nisipar, unde rămîne nisipul și celelalte impurități ale pastei. De fapt ceea ce numim acum pastă este în realitate aproape numai... apă, deoarece doar 3% din pastă reprezintă substanță solidă. Dar, în sfîrșit, dacă așa se numește...

Mergînd mai departe, pasta trece prin sortator, unde mai pierde puțină apă. În îngroșător ea începe să-și merite numele. Pasta îngroșată este depusă apoi într-o putină, unde așteaptă etapa următoare de fabricație, cînd se va transforma în hîrtie.

Să ne întoarcem acum la butucii din care se va fabrica celuloza.

Lemnul este format din firișoare foarte subțiri și moi ca firele de vată, alcătuite din celuloză și hemiceluloză, lipite între ele cu un clei rezistent — lignina. Pentru fabricarea hîrtiei este necesară numai celuloza. De a cea hemiceluloza, „cleiul", adică lignina și substanțele minerale, trebuie îndepărtate.

Separarea celulozei de ceilalți însoțitori nedoriți se face pe cale chimică. Lemnul cojit este tocat și fiert, împreună cu anumite substanțe chimice, pînă ce toți însoțitorii sînt dizolvați. Cum lignina este componentul cel mai nedorit, toate procedeele tehnice folosite pentru separarea celulozei se bazează pe proprietățile ligninei de a reacționa cu anumite substanțe chimice. După caracterul acestor substanțe, procedeele folosite se împart în: procedee acide, alcaline și procedee combinate (acido-alcaline) — fiecare întrebuințîndu-se în anumite condiții, în funcție de materia primă folosită. Dintre procedeele acide, procedeul cu bisulfit de calciu a căpătat o largă utilizare industrială.

Lemnul tocat se introduce în cazane mari, împreună cu leșia bisulfitică. După o fierbere de 18—20 de ore, timp în care hemiceluloza, lignina și ceilalți constituenți sînt dizolvați, se obține celuloza brută. Aceasta este diluată cu multă apă și purificată de nodurile de lemn neatacate, trecînd-o prin site. Urmează operația de albire. Ea urmărește îndepărtarea completă a incrustanților și a substanțelor colorate din lemn. Pentru aceasta celuloza este pusă în niște bazine de beton și tratată cu soluții diluate de oxidanți (hipoclorit de sodiu sau de calciu). In continuare, celuloza albită este introdusă într-o mașină presspat — un fel de mașină de fabricat hîrtie, unde pierde apa și este transformată în foi rigide.

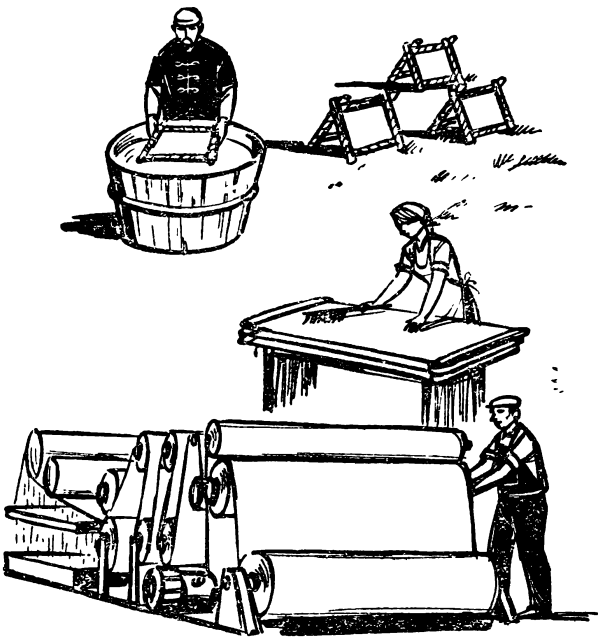
In felul acesta, pe cale chimică, folosind unul din procedeele amintite, se obține celuloza. Ea găsește utilizare atît la fabricarea hîrtiei de bună calitate, cît și la fabricarea fibrelor artificiale, a maselor plastice, a lacurilor și vopselelor.

Intîlnirea dintre pasta mecanică și pasta de celuloză — în vederea fabricării hîrtiei — are loc în holendru — „unealta diavolului", cum o numeau meșterii secolului al XVIII-lea. Dar holendrul nu este numai locul lor de întîlnire: aci mai vin colofoniul (tot un produs obținut din lemn), silicatul de aluminiu, caolinul, coloranți etc.

Un vechi dicton al meșterilor producători de hîrtie spune: „hîrtia se face în holendru". Și asta pe bună dreptate. Pentru că în holendru — un fel de turbină formată dintr-un cilindru cu șanțuri și palete mici, așezat într-o cameră specială — are loc cel mai important proces al fabricării hîrtiei și anume: măcinarea fibrelor de lemn în prezența apei și a substanțelor amintite mai sus.

După dozare și măcinare în holendru, pasta trece într-un rezervor, iar de aici la un aparat care o omogenizează. De acum încolo calea ei se apropie de sfîrșit, pentru că va intra în mașina de fabricat hîrtie, numită mașină cu sită lungă.

O astfel de mașină merită văzută. Pare o adevărată uzină, care se întinde de la un capăt la altul al



Mașina de fabricat hîrtie folosește principiul sitei.

marei hale de fabricație. Principalele ei părți sînt: cea pregătitoare, partea sitei, a preselor umede de uscare și partea de finisare.

Cum funcționează acest uriaș? Pasta de hîrtie îngroșată de consistența unui aluat subțire, cade pe o sită care se rotește pe doi cilindri. In timp ce pasta este transportată, sita se scutură ușor, așa că apa din pastă se scurge. La sfîrșit rămîne pe sită o foaie — nu-i putem spune încă de hîrtie — ca o pîslă. De pe sită foaia e luată de doi cilindri înfășurați în postav, care o storc bine de apă. Dar asta nu e totul. Alți cilindri, mici și mari, supun foaia la diferite cazne,

obligînd-o să se subțieze pînă la grosimea necesară. Cu ei se termină faza umedă a fabricării hîrtiei și începe faza uscată.

De acum foaia e luată în primire de alți cilindri. Aceștia o silesc să parcurgă sute de metri în sus și în jos prin toate cotloanele uriașei mașini. În sfîrșit, foaia trece prin calandru — o mașină formată din cilindri așezați unul peste altul. El netezește, satinează hîrtia dîndu-i luciul plăcut la pipăit. Ultima etapă din fabricarea hîrtiei are loc la mașina care o înfășoară în suluri mari și o taie în bucăți de dimensiunile necesare.

Drumul hîrtiei s-a terminat. Bustenii s-au transformat în suluri albe, pe care mai tîrziu se va imprima slova tiparului.

Vizitînd o fabrică de hîrtie mulți ar fi înclinați să creadă că aici au de-a face mai mult cu procese mecanice decît cu procese chimice, că mîna chimistului intervine foarte puțin în viața hîrtiei. E o aparență înșelătoare. Prepararea celulozei, a soluțiilor cu care se obține ea, a cleiurilor ce încleiază pasta — și pe care chimia le scoate adeseori tot din lemn — a coloranților, a substanțelor pentru albit, nu se pot face fără chimie. De aceea, pe bună dreptate, putem spune că prin valorificarea lemnului sub formă de hîrtie chimia a pus la îndemîna omului încă o metodă eficace în lupta de zi cu zi spre mai bine.

Numai din lemn?

Dar hîrtia se fabrică numai din lemn? Nu! Hîrtia se poate fabrica din orice alt material vegetal care conține celuloză.

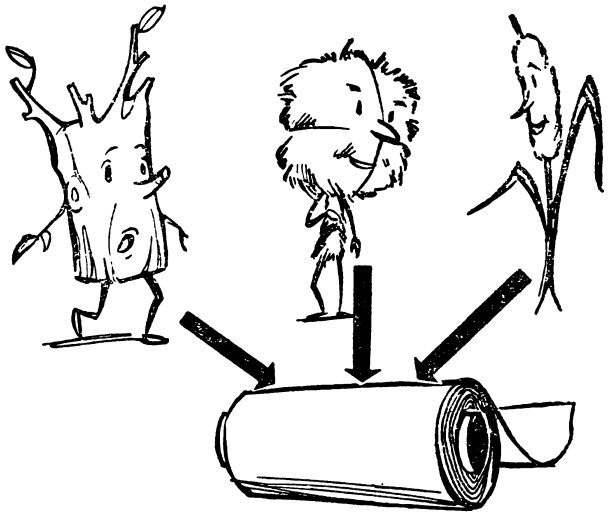
Astfel, se pot folosi pentru fabricarea hîrtiei, în afară de lemn: stuful, paiele, puzderia de cînepă, bumbacul, deșeurile de la fabricile de extracte tanante, cîrpele vechi și maculatura.

Să vedem cum sînt valorificate. Dintre aceste materiale, fără prea mare valoare pînă mai ieri-alaltăieri, cîrpele și maculatura sînt deosebit de prețioase pentru industria hîrtiei. Și iată de ce : hîrtia de cea mai bună calitate, adică hîrtia pe care se tipăresc bancnotele, documentele sau lucrările de artă se fabrică numai din zdrențe, din deșeuri de in, cînepă și bumbac.

Hîrtia obișnuită, care se obține din transformarea lemnului, poate fi fabricată mult mai economic din hîrtia veche, folosită, din maculatură, cum este ea numită. Dacă ați avut ocazia să vizitați o tipografie ați văzut acolo, desigur, baloturi de hîrtie folosită care este adunată cu grijă și trimisă fabricilor ; după înmuiere cu apă și decolorare ea este transformată din nou în hîrtie nouă, bună de imprimat. Astăzi mai bine de 20% din hîrtia produsă de fabricile de hîrtie se obține prin prelucrarea hîrtiei vechi.

Chimia, urmărind să valorifice cît mai intens toate produsele de origine vegetală, reușește, prin transformarea hîrtiei vechi în hîrtie nouă, să economisească țării mari cantități de lemn. Iată un exemplu edificator : fiecare tonă de hîrtie veche, folosită drept materie primă pentru industria hîrtiei, salvează de la distrugere un brad falnic în vîrstă de 50 de ani. Putem spune deci, că știința eprubetei se dovedește iarăși un prieten al plantelor.

Dar, în legătură cu valorificarea maculaturii, o problemă care a preocupat mult timp pe cercetători a fost aceea a dispariției hîrtiei. Măsurile de economie și de utilizare la maximum a deșeurilor a dus la adunarea hîrtiilor vechi de tot felul și la trimiterea lor din nou la fabricile de hîrtie. Cercetătorii cunoscînd cîtă hîrtie se fabrică și cîtă se consumă, au calculat cam ce cantitate de hîrtie veche trebuie adunată ca să se poată economisi lemnul și forța de muncă. Dar calculele lor au dat greș. O mare parte din hîrtia veche, aproximativ trei sferturi din cantitatea pe care o arătau calculele, dispărea fără urmă. Misterul ce învăluia dispariția hîrtiei a pus în încurcătură pe mulți cercetători, pînă ce biochimiștii și botaniștii au



Hîrtia se poate fabrica din lemn, din paie sau din stuf.

constatat că există în jurul nostru mari consumatori nevăzuți de hîrtie: ciupercile. Acestea „devorau" cu plăcere hîrtia veche. Unele ciuperci cultivate în laborator pe celuloză s-au arătat în stare s-o consume pînă la ultima picătură. Așa încît nu este de mirare că hîrtia găsește repede amatori în lumea vegetală, care sînt dispuși s-o „întrebuințeze".

După cum spuneam, la fabricarea hîrtiei și cartonului nu se folosesc numai resturile de hîrtie și de țesătură. Pentru economisirea lemnului de rășinoase, din care se fabrică în mod curent celuloza necesară hîrtiei, chimiștii au introdus din ce în ce mai mult în industria celulozei și hîrtiei alte materii prime fibroase. Acestea n-au fost utilizate pînă acum decît într-o măsură limitată și numai în cazuri speciale. Astfel, în afara lemnului de foioase se folosesc și plan-

tele anuale ale culturilor cerealiere, cum ar fi paiele de grîu, de secară, de orez etc. În acest sens s-au făcut nenumărate încercări pentru a se găsi procedee cu ajutorul cărora să se poată fabrica economic celuloză din paie. Experiențele au dus la bune rezultate.

Astăzi cea mai mare parte a celulozei din paie se fabrică după procedeul sulfat. Procedeul constă în fierberea paielor cu soluție de sulfat neutru de sodiu. De asemenea se mai folosește procedeul continuu cu clor și alcali. El a căpătat o largă răspîndire în țările bogate în sare și energie electrică, necesare preparării clorului și a sodei caustice pe cale electrolitică.

Pentru fabricarea pastei semichimice din paie se utilizează de cîțiva ani și procedeul cu hidrapulper. Hidrapulperul este un aparat în care paiele introduse sub formă de balot suferă acțiunea combinată a soluției de fierbere și a mișcării de rotație.

Cele arătate mai sus nu epuizează însă nici pe departe mijloacele folosite pentru valorificarea celulozei din paie. Ele urmăresc să arate doar marea importanță dată paielor în industria celulozei și hîrtiei.

Mergînd pe calea valorificării paielor, la noi în țară a fost construită în anii regimului democrat-popular, la Palas, în regiunea Constanța, o modernă fabrică de semiceluloză. Ea folosește drept materie primă paiele și are întregul proces tehnologic automatizat. Anual prelucrează 30 000 tone paie, transformîndu-le în peste 13 000 tone semiceluloză. Asta înseamnă că numai la Palas se face anual o economie de 20 000 tone de lemn de rășinoase, care poate căpăta astfel întrebuințări mai înalte.

Semiceluloza din paie este folosită în special la fabricarea cartonului, a mucavalei, a hîrtiei de ambalat etc. Datorită compoziției lor chimice, paiele dau celuloză foarte potrivită pentru fabricarea hîrtiei pergaminate — a hîrtiei impermeabile folosită la ambalat. Cercetările pentru fabricarea celulozei din paie nu

s-au terminat. Ele continuă și fără îndoială ne vor aduce noi surprize.

In țara noastră privirile chimiștilor s-au oprit, printre altele, și asupra a două rezerve de materii prime: e vorba de scoaterea fibrelor de pe tulpinile de cînepă și de cojile rămase de la extracția tananților. Rezultatele sînt și aici promițătoare.

De la „cărțile de lut", papirus și pergament au trecut mii de ani pînă ce omul a reușit să fabrice, în cantitate îndestulătoare, hîrtia — material foarte util omului modern. Zilnic sînt necesare tot mai mari cantități de hîrtie. Veți spune, și pe bună dreptate, că zi de zi apar tot mai multe cărți, tot mai multe reviste, tot mai multe ziare. Dar nu este acesta singurul motiv. Hîrtia mai are încă multe „secrete", mai bine-zis „rezerve" ascunse, necunoscute încă de om. In ultimul timp însă s-au găsit hîrtiei noi și noi întrebuințări.

Chimiștii au făcut din ea hîrtie care nu arde, și poate fi folosită pentru decoruri, perdele și chiar pentru confecționarea scrumierelor. Apoi, tot din hîrtie, prin tratare cu lac de bachelită, au creat pertinaxul, material ideal pentru izolații în electrotehnică. Dar nu numai atît. Lipind foi de hîrtie cu un clei special și apoi presîndu-le puternic, s-a ajuns la hîrtia laminată, folosită la confecționarea aripilor de avion. Acestea sînt de două ori mai rezistente decît cele din aluminiu și-s mult mai ușoare.

Mințile iscoditoare ale inventatorilor au ajuns să creeze din hîrtie lenjerie de pat, fețe de masă, șervețele, pahare, tacîmuri etc., mult mai ieftine și, bineînțeles, mult mai practice, fiindcă odată murdărite nu se mai spală, ci... se aruncă.

Iată numai cîteva din noile întrebuințări ale hîrtiei. Viitorul ne va aduce și alte surprize plăcute din partea acestui modest material, pe care adeseori nici nu-l băgăm în seamă.

Priviri înapoi

Înainte de a vedea cum au reușit oamenii să fabrice prima dată zahăr, vom răspunde la o întrebare. Au consumat oamenii dintotdeauna zahăr? Nu! În vechime dulcele necesar omului era dat de miere. Asta însă numai în Europa, pentru că unii locuitori ai Asiei cunoșteau și zahărul. Bineînțeles, nu sub forma celui pe care-l știm noi astăzi, ci sub formă de suc dulce, extras din trestia de zahăr.

Trestia de zahăr este cunoscută și întrebuințată din cele mai vechi timpuri în China și India. Ea se deosebește mult de aceea care crește pe marginea bălților noastre, fiindcă are tulpina plină și, mai ales, conține un suc dulce. Țara ei de origine se crede că ar fi Bengalul. El se numea odată „Gur", adică „țara dulce".

Europenii au cunoscut trestia de zahăr acum vreo 2 200 de ani, cînd ostașii lui Alexandru cel Mare ajunseseră prin India. Aci ei au rămas surprinși văzînd copiii sugînd din niște bucățele de lemn (care, de altfel, erau din trestie de zahăr). Deși „lemnul" acela dulce făcuse o adîncă impresie asupra cuceritorilor, trestia de zahăr n-a ajuns o dată cu ei în Europa.

Din țările Asiei, unde zahărul era la el „acasă", caravanele îl aduceau pe drumul ce lega Asia de Europa, peste munții Caucaz, pe țărmul de nord al Mării Negre. Ajuns în Europa, zahărul era extrem de scump, așa că nu-i dădea oricui mîna să-l cumpere. Ba mai mult: se vindea numai la farmacii, fiind mai mult un leac decît aliment.

Prin secolul al IX-lea trestia de zahăr este introdusă în insulele Rhodos, Cipru, Creta și Sicilia. Din Sicilia cultura trestiei de zahăr trece în insula Madera, adusă de portughezi în anul 1420, iar ceva mai tîrziu ajunge și în insulele Canare. Ambele insule devin acum principalii furnizori de zahăr ai nobililor din Europa.

Cum arăta o fabrică de zahăr în vechime? De la început trebuie spus că titlul de „fabrică" este prea pretenţios pentru acele ateliere primitive unde se producea zahărul. La fel de primitive erau şi metodele de lucru.

Trestia era tăiată în bucăţele, stoarsă, iar zeama dulce fiartă în cazane aşezate pe pirostrii, pînă se îngroşa. Atunci era turnată în nişte forme ţuguiate, unde zahărul se închega. Se căpăta în felul acesta „zahărul căpăţîni". Prea bun nu era zahărul căpăţîni, pentru că nu era rafinat — nu trecuse prin mîna chimistului. Dar, ce conta asta? Era zahăr.

După descoperirea Americii trestia de zahăr trece Atlanticul şi ajunsă în insulele Antile găseşte o nouă patrie. Ea o primeşte cu braţele deschise, spre bucuria cuceritorilor spanioli şi nenorocirea populaţiei indigene, care avea să robească pe plantaţiile de trestie de zahăr.

Clima caldă şi prielnică din insulele Antile permitea trestiei să se dezvolte în voie, aşa că fabricarea zahărului ia un mare avînt. Numărul fabricilor de zahăr — dacă puteau fi numite aşa — creştea mereu, dar produsul lor nu revenea poporului. Astăzi, cînd istoria a dezvălut barbara exploatare a cuceritorilor porniţi pe urmele lui Cristofor Columb, putem spune că palatele seniorilor din Madrid şi Toledo au fost ridicate, printre altele, cu fabuloasele cîştiguri realizate de pe urma vînzării zahărului.

Curînd mai toate insulele cu climă caldă din America au fost plantate cu trestie de zahăr, iar stăpînii lor — francezii, spaniolii, portughezii şi englezii — simţeau din plin gustul dulce al zahărului.

Dar zahărul putea fi şi amar. În insulele Americii Centrale trestia de zahăr forma adevărate păduri, care creşteau aproape de la sine. Ca să scoţi zahărul din ea trebuia s-o tai, s-o storci şi să fierbi zeama, adică să concentrezi siropul dulce pînă ce apăreau cristalele lucitoare de zahăr. Cine putea face această muncă? Stăpînii pădurilor de trestie, nobilii? Nu, ei n-aveau asemenea îndeletniciri. Şi apoi tăiatul trestiei, înaltă

Aşa arăta în vechime o „fabrică“ de zahăr.

de 3—4 metri şi groasă cît mîna, nu era o operaţie uşoară. Soluţia a fost însă găsită : s-au folosit indigenii şi apoi s-au adus sclavi negri din Africa. Despre viaţa acestor năpăstuiţi, luaţi de pe marele continent african, s-au scris lucruri înfiorătoare.

Rodul alb al muncii oamenilor negri din America căpătase pe piaţa europeană un nume deosebit : zahăr colonial — venea doar din coloniile engleze, franceze, spaniole. Dacă dintr-o cauză oarecare importul de

zahăr colonial se restrîngea, în țările Europei apărea în mod firesc o criză de zahăr.

Astfel, pe la anul 1800, Napoleon, aflat în luptă cu englezii, vrînd să lovească în comerțul acestora, instituie o blocadă a coastelor Europei. Acum corăbiile engleze ce veneau cu marfă din America nu mai pot acosta. Rezultatul ? Mari pagube negustorilor englezi și, printre altele, o criză de zahăr în Europa.

Nesiguranța existenței zahărului din belșug în Europa a făcut pe mulți cercetători să se întrebe dacă nu există și alte plante care să conțină zahăr, și care să poată fi cultivate în condiții de temperatură mai puțin pretențioase. După studii îndelungate s-a văzut că stecla poate lua locul trestiei de zahăr.

Chimiștii însă nu s-au adresat dintr-o dată sfeclei. Mai întîi au „întrebat" păstîrnacul cît zahăr are în el ; apoi au cercetat morcovii, guliile și napii. Toate plantele studiate s-au arătat improprii, deoarece conțineau o cantitate prea mică de zahăr și făceau nerentabilă operația de extragere.

În anul 1747 chimistul german A. S. Marggraf făcu Academiei din Berlin o comunicare, anunțînd lumea științifică că a reușit să extragă zahăr din sfecla comună. Comunicarea ar mai fi putut sta mult și bine în arhiva Academiei dacă n-ar fi intervenit un elev al lui Marggraf, și el tot chimist, pe nume P. K. Achard. Peste vreo patruzeci de ani, în anul 1789, Achard făcu primele încercări practice pentru a extrage zahăr din sfeclă. Ba mai mult, construi o mică fabrică de zahăr. Avu însă ghinion — fabrica luă foc și arse înainte de a fi gata. Achard nu se descurajă. Cîțiva ani mai tîrziu, în 1802, construiește o nouă fabrică, de astă dată în Silezia, destinată să prelucreze 700 kg sfeclă pe zi. În sfîrșit, Achard își văzu visul cu ochii : în primul an fabrica produse 4 500 kg zahăr. Astăzi cantitatea aceasta este infimă, ea poate fi produsă de o fabrică modernă în numai 25 de minute, dar pentru vremea aceea era un adevărat record.

De problema obținerii zahărului și din alte plante decît din trestie s-au ocupat și cercetătorii ruși. În

anul 1786 academicianul P. S. Pallas publică lucrarea „Descrierea și prezentarea plantelor din Rusia", în care arată că zahărul poate fi extras și din sfeclă. Ceva mai tîrziu, chimistul K. S. Kirhoff prezintă Colegiului de medicină mostre de sirop și zahăr cristalizat, pe care le-a obținut din păstîrnac. Cel care a pus însă bazele tehnologiei fabricării zahărului în Rusia a fost chimistul T. L. Loviț.

Secolul al XIX-lea aduce primele fabrici de zahăr în Rusia. Astfel, în anul 1801, Esipov și Blankennagel au obținut primele 5 puduri de zahăr la fabrica din satul Nikolskol, guvernămîntul Moscova. În anul următor, tot ei au produs 300 puduri de zahăr la fabrica din Aliabaievo, guvernămîntul Tula. Succesele înregistrate de fabrica din Aliabaievo duc la întemeierea multor fabrici de zahăr în Rusia.

Vorbind despre legătura dintre chimie și industria zahărului, profesorul M. V. Skoblikov, de la Universitatea din Petersburg, spunea în 1854: „Industria zahărului aparține acelor ramuri industriale care s-au născut și s-au perfecționat sub acțiunea celor mai noi realizări ale chimiei. Industria zahărului datorează acestei științe începuturile sale; cercetările și descoperirile ei, în ceea ce privește extracția zahărului din sfeclă, au făcut ca această industrie să se dezvolte repede... Și asta fără îndoială că este adevărat, pentru că dacă vom cerceta o istorie a industriei zahărului vom constata că toți pionierii ei au fost chimiști".

* * *

La noi, sfecla de zahăr a fost introdusă în cultură în anul 1877. În condițiile regimului burghezo-moșieresc ea a avut o soartă asemănătoare celorlalte culturi tehnice noi. Astfel, agrotehnica ei n-a fost studiată de nimeni, ci s-au copiat metodele folosite în regiunile din vestul Europei, regiuni cu condiții pedo-climatice diferite de cele din țara noastră.

Urmărind beneficii cît mai mari, fabricanții au impus consumatorilor din Romînia un preț exagerat

— unul din cele mai ridicate din lume. Pînă la eliberarea țării, marea masă a muncitorilor și țăranilor consuma o cantitate infimă de zahăr, cumpărîndu-l cu litra și suta de grame. Pentru țăran, zahărul era o „delicatesă" de zile mari.

Intr-o broșură apărută în anul 1936 se arăta cum exploatau fabricanții pe cultivatorii de sfeclă. Astfel, din prețul de vînzare a zahărului 71,5% revenea fabricanților și numai 28,5% cultivatorilor, în timp ce în alte țări proporția era de 50% și 50%. Acest motiv, ca și importul de zahăr din străinătate, au determinat scăderea continuă a suprafețelor cultivate cu sfeclă de zahăr.

Zahărul este deosebit de important în alimentația omului. El face parte din categoria alimentelor numite energetice, deoarece prin arderea lui în organism se produce energie pentru funcțiile vitale. De altfel oricine știe că după o excursie obositoare cîteva bucățele de zahăr te înviorează. Asta tocmai datorită calităților deosebite de care se bucură zahărul.

In trecut cele cîteva fabrici, cu utilaj învechit și productivitate scăzută, produceau zahăr numai pentru aceia cu dare de mînă. Regimul democrat-popular a dat și dă o atenție deosebită măririi continue a cantității de zahăr consumată în țară.

La plenara din 26—28 noiembrie 1958 tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej arăta că din 1938 și pînă în 1957 producția de zahăr a crescut continuu, ajungînd de la 95 100 tone la 185 351. Cu toate acestea, datorită sporirii continue a consumului, mai eram încă obligați să importăm. Plenara punea ca sarcini de viitor creșterea producției de sfeclă la hectar, sporirea capacităților de prelucrare a fabricilor existente și ridicarea de noi unități industriale. Toate acestea aveau drept scop lichidarea importului, mărirea consumului de zahăr pe cap de locuitor și asigurarea unei însemnate cantități pentru export. In același timp tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej sublinia că pînă în 1964 trebuie să ajungem la un consum de zahăr de 20 kg pe cap de locuitor, față de 5,5 kg cît era în 1938.

Muncind cu avînt, sarcinile plenarei din noiembrie 1958 au fost duse la îndeplinire: agricultura a dat mai multă sfeclă de zahăr, iar muncitorii au ridicat noi fabrici, ca cele de la Bucecea, Luduș etc.

In Raportul prezentat la cel de-al III-lea Congres al P.M.R. tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej arăta că sarcinile stabilite de plenarea din noiembrie 1958 au fost realizate: producția de zahăr a crescut de două ori și jumătate în 1960 față de 1955. Directivele Congresului al III-lea prevăd pentru 1965 o producție de 460 mii tone zahăr, adică de aproape două ori mai mare decît în 1959. Toate acestea demonstrează grija partidului și preocuparea permanentă pentru creșterea continuă a nivelului de trai al oamenilor muncii.

Pe drumul zahărului

Să pășim acum pe drumul ce duce la cristalele lucitoare de zahăr. Călătoria începe de la enormul șanț unde este depozitată sfecla și continuă cu procesul fabricației.

Un șuvoi de apă călduță aruncat cu putere de un hidromonitor, un adevărat tun de apă, duce sfeclele din șanț spre intrarea în fabrică. La „poarta" fabricii calea este închisă de un zăgaz. Acesta se ridică din cînd în cînd și lasă să treacă numai atîta sfeclă cît este necesară.

După ce au trecut de zăgaz, micile depozite de zahăr sînt ridicate printr-un mecanism în fabrică, și lăsate să cadă într-un fel de covată, despărțită în compartimente și străbătută de un ax lung cu brațe ce se învîrt neîncetat. Aici sfecla este bine spălată.

Drumul ei continuă. Un elevator, un adevărat ascensor format din mai multe cabine, o urcă în podul fabricii. De aici se prăvălește uruind în gura larg deschisă a unui cîntar automat, care înregistrează de fiecare dată cantitatea de sfeclă slobozită. De la cîntar, printr-un jgheab, sfecla ajunge la o mașină care o

taie în bucățele lungi, de forma unor tăiței. Aceștia sînt duși în mod automat la difuzoare, niște cazane mari, unde se face extragerea zahărului. Să ne oprim puțin aici.

Zahărul se găsește în celulele sfeclei. Ca să poată fi eliberat, trebuie deci să părăsească celula, să străbată membrana ei. Lucrul nu-i ușor, deoarece membrana este impermeabilă, ea nu permite substanțelor s-o străbată. Chimiștii au găsit însă o soluție pentru a elibera zahărul. Și soluția a fost... căldura. Încălzind tăițeii de sfeclă la peste 60°C, albuminele din protoplasma celulelor se coagulează, pereții celulelor devin permeabili și zahărul poate părăsi „închisoarea", trecînd în mediul înconjurător.

In difuzoare, deci, datorită căldurii, are loc trecerea zahărului din celule în apă. Se obține astfel o soluție de zahăr în apă, numită zeamă. Ea nu conține însă numai zahăr, ci și alte substanțe care-i dau un gust neplăcut. Printre ele se găsesc în special săruri de potasiu, acid oxalic, acid fosforic, substanțe organice albuminoide etc. Acum intervin chimiștii. Ei trebuie să scoată din soluția aceasta galben-verzuie cu miros de fiertură, cristale albe, imaculate de zahăr. Purificarea se face prin metode chimice, și constă în tratarea zemii cu lapte de var și bioxid de carbon. Purificarea cu lapte de var duce la coagularea și precipitarea substanțelor coloide din zeamă și la neutralizarea acizilor liberi.

Cu toate prefacerile suferite, zeama nu-i încă bună de concentrat, în vederea separării zahărului. Ba mai mult: dacă mai înainte era dulceagă, acum nu mai este nici atît — a căpătat un gust grețos de leșie, din cauza laptelui de var. Indepărtarea tuturor impurităților din zeamă se face cu bioxid de carbon. Operația aceasta poartă numele de saturare sau carbonatare. Ce se întîmplă în timpul saturării? Intrînd în zeama tratată cu lapte de var, bioxidul de carbon reacționează cu varul aflat în exces și formează carbonat de calciu, insolubil, care precipită.

Acum zeama a devenit cenușie și tulbure. Trebuie filtrată. Filtrarea este operația prin care un lichid e silit să străbată un corp poros, ce reține impuritățile. Ea se face cu aparate speciale, filtre-prese și filtre mecanice.

In felul acesta, după purificare se capătă zeama subțire — un lichid limpede, slab gălbui, dulce, cu o concentrație scăzută de zahăr. Pentru a obține zahăr din această zeamă trebuie s-o concentrăm. Operația este asemănătoare aceleia făcute de gospodine cînd vor să „lege" zahărul pentru dulceață, cu singura deosebire că „zaharisirea" e aici necesară, pe cînd la obținerea dulcelii este un accident nedorit și evitat cu grijă. Ce se întîmplă în timpul concentrării zemii ? Nimic altceva decît că „apa este trecută prin foc", cu alte cuvinte este vaporizată pînă ce soluția de zahăr se suprasaturează, iar zahărul începe să apară sub formă de cristale.

O experiență simplă ne arată că un volum de apă nu poate dizolva decît o anumită cantitate de zahăr, surplusul de zahăr rămînînd sub formă de cristale, adică nedizolvat. Pentru asta să luăm apă rece într-un pahar și să adăugăm puțin zahăr — zahărul se va dizolva. Punînd o nouă cantitate de zahăr, poate și aceasta se va dizolva. Continuînd, vom ajunge la un moment dat cînd zahărul nu se mai dizolvă. Spunem atunci că soluția de zahăr în apă este saturată. Incălzind soluția, surplusul de zahăr se va dizolva și el. Lasînd-o să se răcească acesta va reapare sub formă de cristale. La fabricarea zahărului se aplică același principiu, mergînd însă pe o altă cale, adică fierbînd zeama pînă ce zahărul din ea nu mai poate fi ținut în soluție.

In fabrici există mai multe sisteme de îndepărtare a apei din zeama dulce ce conține zahăr. Unele lucrează sub presiune, altele sub vid, iar altele combinînd presiunea și vidul în corpuri de evaporare (așa se numesc aparatele unde se concentrează zeama). Pentru îngroșare zeama străbate în mod succesiv toate corpurile de evaporare, concentrîndu-se treptat. La

ieşirea din ultimul corp ea are un conţinut de circa 60% zahăr şi poartă denumirea de zeamă grasă sau sirop concentrat. Din siropul concentrat se obţine, prin fierbere, aşa-numita masă-coaptă, iar din aceasta, prin centrifugare, zahărul tos, care după uscare şi răcire este ambalat şi ia drumul unităţilor comerciale.

Dar zahărul n-ajunge pe masa noastră numai sub formă de zahăr tos, ci şi ca zahăr cubic. Există, oare, vreo deosebire, în afară de formă, între zahărul tos şi cel cubic? Există. Zahărul cubic e mai alb. Cum poate fi obţinut un zahăr mai „alb ca albul zăpezii"? Prin rafinare. Pentru asta se dizolvă zahărul în apă, obţinîndu-se ceea ce se numeşte o „clersă de mare puritate". Apoi, ca să se îndepărteze coloranţii ce mai există, zahărul e tratat — nici mai mult, nici mai puţin — cu... negreală, adică cu o pudră de cărbune activat. Cărbunele activat, năzdrăvanul capabil să nu întineze cu nimic albul zahărului, ba mai mult, să-l facă mai alb ca înainte, se amestecă cu clersa, apoi clersa este filtrată. Din amestecul negru, urît la culoare, ce nu aminteşte cu nimic albul cristalului de zahăr, se obţine apoi, după fierberea unei noi masecoapte, după o nouă centrifugare, o presare în batoane şi tăierea lor în bucăţi de dimensiunile cerute, zahărul cubic, alb, frumos, strălucitor, care te îmbie să-l consumi.

Un sac fără fund

Multe din poveştile ce le ascultam la gura sobei în anii copilăriei aminteau de un sac năzdrăvan, dăruit de zîna cea bună, din care se putea scoate orice. Era nevoie doar să-ţi doreşti un anumit obiect, apoi să bagi mîna în sac şi să-l iei.

Cam aşa stau lucrurile şi cu resturile de la fabricaţia zahărului, resturi care în urmă cu cîţiva ani n-aveau o valoare prea mare. Astăzi chimia reuşeşte

să facă din ele un adevărat „sac fără fund", din care se scot cele mai variate substanțe chimice.

Reziduurile provenite din fabricarea zahărului sînt: borhotul, adică tăiței de sfeclă epuizați, și melasa. Obișnuit, borhotul este folosit drept nutreț pentru vite. Chimiștii i-au găsit însă și o altă utilizare: fabrică din el pectina necesară industriei chimice si industriei alimentare.

La fel de valoroasă este și melasa. Pînă mai ieri melasa era utilizată în special ca îngrășămînt agricol. dar timpul acesta a trecut. Astăzi ea nu mai este socotită un deșeu, ci un produs deosebit de valoros pentru industria chimică, deoarece cuprinde circa 50% zahăr, 20% substanțe nezaharoase organice, 10% substanțe nezaharoase anorganice și 10% apă.

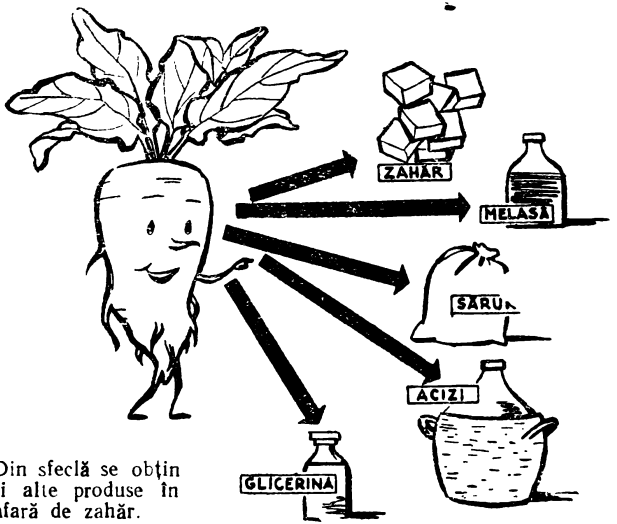
Datorită marelui său conținut de zahăr, o însemnată cantitate de melasă este supusă tratamentelor pentru extragerea lui. Pentru aceasta se folosesc diferite procedee. În ultimul timp tehnica a pus la dispoziția omului o nouă metodă, care utilizează substanțele schimbătoare de ioni. Ea nu numai că permite extragerea zahărului și îndepărtarea sărurilor din melasă, dar poate transforma melasa într-un sirop comestibil cu gust foarte plăcut, folosit în alimentație.

După eliminarea zahărului din melasă rămîne un lichid mai mult sau mai puțin dens, care conține toate substanțele nezaharoase, numit extract de melasă. Extractul a devenit o materie primă valoroasă, din care se pot scoate produse prețioase. Unii cercetători au emis chiar părerea că unele sectoare ale industriei melasei sînt deficitare și pot deveni rentabile numai dacă extractul este utilizat rațional. Făcînd analiza chimică a extractului, se vede că afirmația de mai sus nu este de loc hazardată. El cuprinde săruri de potasiu, de sodiu, de calciu, de magneziu, de fier, de fosfor, de siliciu etc., apoi substanțe organice: acizi (aminoacizi, acid lactic, formic, glutamic, acetic, propionic, oleic, succinic, valerianic etc.), glicerină, betaină, leucine, asparagină, tirozină etc. Din această

sumară prezentare putem să ne dăm seama cît de valoros este extractul de melasă.

Glicerina se fabrică prin distilarea soluției rezultată după fermentarea alcoolică a extractului. Fierbînd extractul concentrat cu acid clorhidric se obține clorhidratul de betaină. După distilare în vid, decolorare cu cărbune activat și cristalizare, se capătă un produs farmaceutic. Acesta e folosit în pastile, fie singur, sub nume de „acidol", fie cu adaus de pepsină. El constituie așa-zisul „acid clorhidric permanent", folosit în cazurile de hipoclorhidrie gastrică. Din clorhidratul de betaină se mai poate obține și un praf pentru coacerea aluatului.

In afara produselor chimice amintite, din extractul de melasă se pot prepara acidul glutamic, leucina și isoleucina. Primul este utilizat în medicină, iar celelalte două în industria fermentativă pentru a mări conținutul de alcooli amilici.



Din sfeclă se obțin și alte produse în afară de zahăr.

Una din cele mai noi metode de valorificare a substanțelor nezaharoase organice ale extractului de melasă este fabricarea drojdiei furajere. În acest scop extractul este amestecat cu anumite substanțe și însămînțat cu drojdii. Acestea se înmulțesc rapid și dau un nutreț excelent pentru vite, după ce sînt centrifugate și uscate.

Zilnic cercetătorii descoperă noi și noi metode pentru valorificarea melasei, transformînd-o într-o materie primă foarte apreciată.

PREFACERILE LEMNULUI

Cărbunele se poate fabrica

Pădurile acoperă cam un sfert din suprafața țării noastre : 6 483 000 hectare. În trecut ele au fost tăiate „ca-n codru" de capitaliștii romîni și străini. Lăsat fără pavăza sigură a arborilor, solul a început să fie spălat de ape. Au ieșit la iveală colții suri de stîncă, sterpi și nefolositori.

Puterea populară a luat măsuri hotărîte atît în ceea ce privește exploatarea rațională, cît și repopularea golurilor de pădure cu puieți. Astăzi exploatarea lemnului se face numai după considerente științifice, cu cadre bine calificate. În raportul prezentat de tovarășul Gh. Gheorghiu-Dej la cel de-al III-lea Congres al P.M.R. se arată că refacerea și valorificarea cît mai înaltă a patrimoniului forestier este pentru noi un obiectiv principal.

Lemnul a constituit dintotdeauna o bogăție pentru om. Consumul lui a crescut și crește, cu toate că în multe domenii a fost înlocuit de mase plastice.

Care este cauza acestui fenomen ? Răspunsul este simplu : lemnul găsește în fiecare zi noi și noi utilizări.

Una dintre acestea este piroliza lemnului sau — cum mai este denumită impropriu — distilarea uscată. Ea îi oferă omului manganul, substanțe chimice și gaze combustibile.

Dacă la început omul a atacat cu securea copacii pădurilor pentru a răpi codrului, palmă cu palmă, pămîntul necesar agriculturii, de la un timp una din menirile securii era să doboare arborii pentru a-i transforma în cărbune de lemn, în mangal. De ce oare? Pentru că fără mangal nu se putea topi fierul, iar fără acesta din urmă nu se puteau face uneltele necesare în lupta de zi cu zi cu natura.

Încă din timpurile de mult apuse, pe vremea anticilor egipteni, se folosea pe scară destul de largă piroliza lemnului în spații deschise, adică în instalații rudimentare menite mai mult să irosească lemnul decît să-l valorifice. Dar, așa rudimentare cum erau, ele furnizau suficient gudron pentru îmbălsămatul cadavrelor.

După sute și sute de ani romanii preparau în mod asemănător mangalul și gudronul. În insula Elba ei au tăiat în acest scop aproape jumătate din păduri. Lucrul nu trebuie să ne mire, pentru că legiunile romane aveau nevoie de oțel, iar oțelul nu se putea produce fără mangal. Apoi, așa cum povestește Pliniu cel Bătrîn, gudronul era un material foarte apreciat, căci se ungeau cu el carenele vaselor cu care navigau romanii.

La început mangalul se producea în bocșe. Acestea reprezentau grămezi de lemn acoperit cu pămînt, în care focul ardea mocnit, transformînd treptat substanța vegetală în cărbune de lemn. Procedeul bocșelor încă n-a dispărut. Și astăzi în unele țări se mai fabrică astfel mangalul. În acest scop pe o suprafață în formă circulară se așază lemnele cu un anumit rost, lăsîndu-se între ele spații de ardere. Grămada se acoperă cu frunze, iarbă, mușchi și pămînt, apoi se dă foc. Cînd procesul de carbonizare s-a terminat, adică atunci cînd apa și substanțele volatile au fost gonite de căldură, grămada de lemne este acoperită cu pă-

mînt umed, pentru ca focul să se stingă în lipsă de aer. După răcirea mangalului bocșa este desfăcută, iar mangalul trebuie ales.

Carbonizarea lemnului în bocșe se face cu pierderi. De aceea, pentru locurile inaccesibile căilor de transport, s-au construit cuptoare mobile care înlocuiesc bocșele.

Aceste instalații portabile zise și „de pădure" — pentru că pot fi transportate chiar la locul unde se face exploatarea lemnului — sînt deosebit de utile. Ca orice instalație mai simplă nu poate valorifica subprodusele distilării, cum ar fi de pildă gudronul, apele acide, gazele, ce nu pot fi prinse în totalitatea lor, și care formează astăzi o bogăție poate tot atît de importantă ca și mangalul însuși.

Urmărind folosirea bogățiilor lemnului, tehnicienii au imaginat și construit instalații speciale care prind și valorifică aceste subproduse. Astfel au apărut aparatele și utilajul de uzină. Caracteristica lor constă în faptul că sînt fixe, au dimensiuni foarte mari și recuperează toate produsele rezultate la descompunerea termică a lemnului. Cele mai moderne instalații sînt cele cu funcționare continuă. Aici fabricarea mangalului nu se oprește niciodată: printr-o parte intră vagonetii cu lemn, iar prin cealaltă ies încărcați cu mangal.

Din atenția omului nu au scăpat nici deșeurile de lemn. Acestea pot fi supuse pirolizei în instalații speciale cu funcționare continuă. O astfel de instalație e formată dintr-o retortă de oțel, unde se introduce lemnul. Pe măsură ce el se transformă în mangal, cade spre partea inferioară a retortei, în zona de răcire. Gazele și vaporii ies din retortă pe la partea superioară și pătrund într-un răcitor unde părțile lichide se separă de gaze. Iată că nici deșeurile n-au scăpat de proba „focului".

Dar ce se întîmplă în timpul încălzirii lemnului în vase închise? Substanța organică a lemnului suferă o descompunere termică, comportarea constituenților fiind diferită. Celuloza, de pildă, încălzită peste 170°C

începe să se descompună, iar culoarea i se închide ajungînd pînă la negru.

Totodată se nasc cantităţi mici de alcool metilic, acetonă, acid acetic, gudron, apă, metan, oxid şi bioxid de carbon, etilenă, iar ca produs principal solid rămîne cărbunele de lemn — mangalul. Lignina se descompune şi ea, punînd în libertate cantităţi mai mari de gudron şi alcool metilic. Ca şi celuloza, resturile rămase după plecarea substanţelor volatile duc la formarea mangalului. Hemicelulozele şi ceilalţi constituenţi secundari ai lemnului se descompun prin încălzire, dînd naştere la diferite substanţe chimice foarte importante, cum sînt: furfurolul, alcoolul metilic, acidul formic, aldehida formică. Şi o parte din carbonul lor contribuie la formarea mangalului. Dar despre aceste substanţe vom vorbi în cele ce urmează.

Lemnul „transpiră"

In timpul distilării lemnului, aşa cum am văzut, se formează pe lîngă mangal şi o cantitate de gaze şi vapori, care răcite duc la trei produşi principali, zişi de distilare primară: ape piroligneoase, gudroane şi gaze.

In instalaţiile mici, substanţele degajate se separă imediat ce au părăsit retorta de distilare. Despărţirea lor se face prin răcire. Lichidul captat se strînge în vase numite decantatoare, unde gudronul se separă de apă datorită diferenţei de densitate.

In instalaţiile mari, unde se prelucrează cantităţi considerabile de lemn, despărţirea gudronului de apele piroligneoase are loc în aparate speciale. Pentru a scoate „la lumină", din aceste ape, produşii preţioşi necesari omului, chimiştii au imaginat diferite procedee. In general separarea lor se face în felul următor. Apele piroligneoase sînt supuse distilării şi împărţite în fracţiuni alcoolice şi fracţiuni acide. Acestea,

la rîndul lor, sînt din nou distilate, pînă ce se obțin produsele pure sau aproape pure.

Separarea fracțiunilor acide de cele alcoolice se face prin așa-numita dezalcoolizare. În ce constă ea? Într-o distilare fracționată. Dacă păşim în interiorul unei fabrici care prelucrează apele şi gudronul de la distilarea lemnului putem vedea coloane uriaşe ca nişte turnuri de fortăreţe, legate între ele printr-o ţesătură de conducte — aceasta este instalaţia de distilare fracţionată. Aici, în interiorul uriaşelor turnuri, apele pirolignoase sînt încălzite şi forţate să se separe în fracţiuni, cu puncte diferite de fierbere. Intîi este îndepărtat alcoolul metilic şi alte cîteva substanţe ce au plecat o dată cu el. În ape a mai rămas însă o substanţă preţioasă: acidul acetic. Acesta poate fi separat fie prin extracţie cu acetat de etil, fie prin neutralizare cu lapte de var şi descompunere cu acid sulfuric.

Urmărind să valorifice cît mai bine produsele născute prin încălzirea lemnelor, chimia a făcut o simplificare: în loc să extragă acidul acetic printr-una din metodele arătate, fracţiunile acide sînt transformate în acetonă. Procedeul, denumit catalitic fiindcă are loc sub influenţa catalitică a pietrei de var, poate fi rezumat în cîteva cuvinte: acidul acetic reacţionează cu piatra de var dînd naştere acetatului de calciu. Apoi, prin încălzire, acetatul de calciu se descompune punînd în libertate acetona. Dar, aşa cum se întîmplă în multe procese chimice, acetona nu este singurul produs format în timpul procesului catalitic. De aceea, după o serie de operaţii, lichidul ce conţine acetona şi multe alte cetone superioare este supus distilării în vederea fabricării acetonei pure. Resturile rămase după îndepărtarea acetonei şi a apei nu se aruncă — ele sînt foarte utile. Din ele se fabrică metil-etil-cetonă — un bun solvent care poate înlocui acetona — şi parcetona, folosită de asemenea drept dizolvant sau pentru folosirea şelacului sintetic.

A mai rămas să vedem ce se poate scoate din gudronul negru cu miros caracteristic, nu prea îmbietor. Ca și ceilalți produși dinaintea lui, și el este supus unei distilări, menite să separe ultimele resturi de acid acetic și uleiurile de creuzot. Din acestea, tot prin distilare, se obțin trei fracțiuni: una bogată în fenoli, alta în guaiacol, iar a treia în cresoli. Fenolul are diferite întrebuințări în industria chimică, iar în medicină servește ca antiseptic. Guaiacolul este cunoscut de toți aceia ce au avut o răceală mai serioasă și au trebuit să-l suporte întins cu un tampon de vată pe spate sau pe piept, sub formă de tinctură de guaiacol. Crezolii au nenumărate utilizări, printre care se numără și impregnarea traverselor de cale ferată. Reziduul rămas în vasul de distilare, după „fuga tuturor componenților volatili", formează smoala, folosită drept combustibil sau liant pentru brichetarea prafului de cărbune.

Cele cîteva produse principale amintite aici nu sînt însă singurele bogății chimice căpătate în urma pirolizei lemnelor. Lista este mult mai lungă. Noi ne vom opri însă aici.

Mangalul sau cărbunele de lemn are diverse întrebuințări. In trecut omul îl folosea exclusiv pentru fabricarea fierului, deoarece este un cărbune lipsit de sulf și are o mare putere calorifică. Astăzi el a căpătat o deosebită importanță în industria chimică, mai ales sub formă de cărbune activat, adică de cărbune capabil să „înghită", să rețină mari cantități de gaze, vapori sau coloranți.

Ca să ne dăm seama de marea utilitate a cărbunelui de lemn, să amintim de faptul că el a salvat zeci de vieți omenești în timpul primului război mondial imperialist. La 22 aprilie 1915, soldații kaizerului au început războiul chimic. Ei au folosit atunci, pentru prima dată, clorul împotriva soldaților francezi. Peste vreo patruzeci de zile, la 31 mai 1915, imperialiștii germani au folosit și pe frontul ruso-german gazele toxice.

Atacul neașteptat al Germaniei cu gaze toxice, lacrimogene, vezicante etc., i-a găsit pe adversarii ei complet nepregătiți. In tranșeele învăluite de norii aducători de moarte soldații piereau sau, în cazul cînd reușeau să iasă din zona gazată, rămîneau nenorociți pe viață. Știința trebuia să acționeze, și intervenția ei s-a făcut simțită prin apariția primelor măști anti-gaz. Primele măști fabricate în Occident nu se dovediră capabile să rețină gazele și să pună la adăpost viața soldatului. In timpul acesta se făceau studii serioase și în Rusia, unde savanți cu renume mondial căutau să salveze viețile fraților lor de pe front. Unul dintre aceștia era și chimistul Nikolai Dmitrievici Zelinski, care avea să devină mai tîrziu membru al Academiei de Științe a U.R.S.S.

Nu mult timp de la începerea lucrărilor în această direcție, Zelinski și colaboratorii săi inventează o mască care folosea drept substanță pentru reținerea gazului mangalul de mesteacăn. Dar reprezentanții forțelor armate n-aveau încredere în descoperirea lui Zelinski. E o descoperire prea simplă. Auzi! Să folo-

seşti mangalul contra gazelor! După multe discuţii, în februarie 1916, cinci măşti anti-gaz, confecţionate după metoda lui Zelinski, sînt trimise la Londra pentru a fi cunoscute de aliaţi. Aici măştile au fost primite şi mai rău. Nici mai mult, nici mai puţin, englezii au crezut că ruşii vor să-şi bată joc de ei, trimiţîndu-le nişte măşti în care nu se găsea decît cărbune de mesteacăn. In sfîrşit, după multe explicaţii şi încercări s-a verificat că masca lui Zelinski satisface toate cerinţele şi întrece cu mult în calitate toate celelalte propuneri. Cărbunele de lemn se dovedise un aliat preţios în lupta contra gazelor toxice.

Însuşirea cărbunelui de lemn de a absorbi mari cantităţi de gaze este cunoscută demult, încă de pe vremea chimistului englez Scheele, care a observat pentru prima dată fenomenul.

Ca să putem înţelege cum reuşeşte cărbunele de lemn să „înghită" cantităţi foarte mari de gaze, trebuie mai întîi să aflăm ce este adsorbţia. Spre deosebire de absorbţie, care înseamnă atragerea sau pătrunderea unei substanţe înăuntrul alteia (ca apa într-un burete sau cerneala în sugativă), adsorbţia este fenomenul care se referă doar la stratul subţire dintr-o substanţă ce rămîne „agăţată" la suprafaţa alteia. Dat fiind că este pur şi simplu un efect de suprafaţă, ea se observă cel mai bine la substanţele fin divizate sau foarte poroase, cum este de pildă cărbunele de lemn activat, adică preparat în mod special. In felul acesta cărbunele capătă o suprafaţă extrem de mare — un gram putînd atinge chiar 1 000 de metri pătraţi!

Dar utilizarea cărbunelui activat nu se rezumă numai la exemplul dat. Tehnica modernă i-a găsit şi-i găseşte zi de zi noi întrebuinţări. Astfel, aşa cum am văzut, cărbunele activat este folosit pentru decolorarea zahărului, apoi în industria chimico-farmaceutică şi în mai toate laboratoarele de chimie. O utilizare interesantă capătă cărbunele activat în tehnica vidului!

In tuburile electronice, precum se ştie, nu trebuie să existe aer. Motivul? Pentru că oxigenul din aer este cel mai crunt duşman al metalelor. Şi cum în

interiorul tuburilor electronice se află un firicel de metal numit filament, care se încălzește pînă la 2 000°C, este ușor de înțeles că dacă în tub există aer, deci și oxigen, acesta se va combina imediat cu metalul incandescent și tubul se va strica. Dar mai este un motiv : moleculele gazelor ce formează aerul împiedică electronii emiși de filament să călătorească nestînjeniți prin cîmpul electric al tubului.

Cum reușesc tehnicienii să realizeze vidul de care avem nevoie ? Intîi scot aerul din vasul sau tubul ce trebuie vidat, cu ajutorul unei pompe mecanice. Cînd pompa nu mai poate scoate nici un pic de gaz, introduc în vas o mică cantitate de cărbune activat. Acesta, nesățios, începe să „înghită" în labirintul lui de pori și șănțulețe mai toate moleculele gazului rămas. Astfel se obține o rarefiere de o sută de ori mai mare decît cea realizată de pompe.

In ultimii ani, cărbunele activat a căpătat întrebuințări noi. Se utilizează, de pildă, la fabricarea penicilinei și a unor agenți antibiotici similari. Penicilina este produsă, după cum se știe, de unele mucegaiuri. După ce cultura mucegaiului este terminată, în mediul unde s-a dezvoltat mucegaiul se găsește penicilina, dar în concentrații foarte mici. O metodă pentru separarea penicilinei pure întrebuințează cărbunele cu indice de activitate și puritate foarte mare. După aceea, penicilina se extrage ușor din cărbune, cu ajutorul unui solvent ales cu grijă. In ultimul timp s-au făcut experiențe și în vederea găsirii unei metode pentru concentrarea anumitor hormoni prin procedee similare.

Cărbunele activat este folosit în unele cazuri pentru recuperarea vaporilor din aer. Caroseriile automobilelor, de exemplu, sînt vopsite în încăperi special construite, unde aerul este continuu evacuat prin niște conducte. Vopseaua fiind preparată cu un solvent volatil, acesta s-ar pierde în aer, prin evaporare, dacă n-ar interveni... cărbunele. De aceea aerul îmbibat cu vaporii acestui solvent este trecut prin straturi de cărbune, care absoarbe în mod selectiv vaporii. Cînd se ajunge la limita capacității de adsorbție, solventul este

recuperat suflînd vapori de apă prin cărbune. Vaporii iau cu ei solventul revolatilizat şi-l duc într-un condensator, unde se reîntorc în formă lichidă. Dacă solventul nu se poate amesteca cu apa, el poate fi separat uşor prin extragerea stratului de solvent; dacă se amestecă, va fi separat prin distilare.

Iată cîteva din utilizările de-a dreptul miraculoase ale cărbunelui de lemn.

Întrebări şi răspunsuri

Vrînd parcă să arate că pădurile munţilor au bogăţii inepuizabile, chimiştii au valorificat şi răşina coniferelor. Ea este o secreţie eliminată pentru a vindeca rănile de pe trunchiul arborilor. Răşina proaspăt secretată se prezintă sub forma unei mase vîscoase de culoare deschisă, care se întăreşte după un timp, în contact cu aerul. În medie, după specia de răşinoase din care provine, răşina este alcătuită din 15—30% ulei de terebentină şi 70—85% colofoniu — substanţe folosite în industria lacurilor şi vopselelor, a hîrtiei, a cauciucului, a săpunului, a produselor farmaceutice, a insecticidelor, precum şi în sinteza chimică organică.

Ca să aflăm amănunte asupra răşinei coniferelor, vom apela la un chimist, la un botanist şi la un inginer economist.

Întrebîndu-l pe chimist ce este, din punct de vedere chimic, răşina? — am primi următorul răspuns: este un amestec de diferite substanţe chimice dizolvate într-un ulei volatil. „Substanţele chimice" dizolvate în ulei formează colofonul, iar solventul este uleiul de terebentină.

Continuînd cu întrebările, am afla că uleiul de terebentină — sau pe scurt terebentina — este un amestec de hidrocarburi din seria terpenelor, cu formula brută $C_{10}H_{16}$. La rîndul său, colofoniul este tot un amestec, dar de astă dată de acizi rezinici. Alături de acizii rezinici se mai întîlnesc şi alte substanţe chimice,

bineînțeles în cantități mici, cum ar fi: acidul acetic, acidul formic, acizi grași cu compoziție chimică complicată etc.

Solicitînd pe botanist să ne spună și el ceva despre rășină, aflăm lucruri la fel de interesante. Rășina se găsește în canalele rezinifere sau canalele cu rășină ale arborelui. Ele sînt așezate atît orizontal, în lungul arborelui, cît și transversal, în direcția razelor medulare. Canalele longitudinale și transversale sînt așezate întrețesut, ca o împletitură, așa că alcătuiesc un sistem unic. Din aceste canale rășina iese în exterior în cazul că arborele este rănit.

Cum ia naștere rășina în plante?

Studiile de laborator au arătat că principalele substanțe din țesutul vegetal care dau naștere la rășini sînt zaharurile și unele materii grase. Schematic lucrurile s-ar putea petrece în felul următor. În celulele vegetale se găsește celuloză, amidon, zaharoză și alte substanțe. Printre ele se află și materii grase sub formă de acizi grași. Cum nu s-a observat niciodată, oricît de intens s-ar produce rășina, o dizolvare a membranei celulozice a celulei, s-a tras concluzia că celuloza nu poate da naștere rășinii. Lucrurile nu par însă să stea la fel și în ceea ce privește amidonul. Acesta, sub acțiunea unor fermenți, s-ar putea transforma într-o substanță intermediară, care la intervenția altor fermenți s-ar oxida, formînd o substanță acidă. La sfîrșit, unindu-se cu o parte din substanța intermediară, aceasta dă naștere acizilor rezinici.

Terpenele ar rezulta pe aceeași cale, tot sub acțiunea fermenților, în urma scoaterii oxigenului din substanța intermediară, pentru a fi folosit în procesul de formare a acizilor rezinici. Terpenele s-ar putea forma, de asemenea, pornind de la substanțele grase ale celulei vegetale.

Inginerul economist, specializat în domeniul colofoniului și terebentinei, ne dă amănunte asupra producției și dezvoltării industriei rășinilor. Colofoniul este un produs deosebit de căutat. De aceea producția

mondială se ridică anual la circa 1 000 000 tone, pe lîngă care se obțin ca subprodus și 200 000 tone terebentină. Principalele producătoare de colofoniu sînt, în primul rînd, țările bogate în păduri de conifere: Uniunea Sovietică și Statele Unite ale Americii, apoi Franța, Portugalia și Grecia.

In ultimii ani a luat naștere și la noi în țară o industrie proprie producătoare de colofoniu și terebentină. Crearea tinerei industrii de colofoniu la noi a fost îngreunată de faptul că metodele clasice utilizate în străinătate pentru prelucrarea rășinei nu se pot aplica substanței colectate din pădurile noastre de molid, brad și pin. De aceea chimiștii romîni au descoperit noi metode de fabricație, adecvate rășinii din țara noastră.

Obișnuit, rășina brută se obține prin „gemare", adică prin crestarea scoarței și îndepărtarea unor părți din coaja arborilor, formîndu-se canale, pentru scurgerea rășinei. Metoda se aplică în special unor varietăți de pin, cum ar fi Pinus sylvestris și Pinus maritima. Aceștia sînt rari la noi în țară. Molidul și celelalte conifere, care se găsesc în masive compacte, nu rezistă inciziilor.

Ce se putea face în situația aceasta? Să se folosească rășina brută, colectată de pe coaja arborilor și provenită din scurgeri naturale, precum și cioturile conifere rămase în parchetele de exploatare!

Sarcina chimiștilor romîni, de a scoate colofoniu din aceste materii prime, nu a fost de loc ușoară. In primul rînd rășina colectată de pe arbori are un conținut mare de impurități, care îngreunează extragerea. Apoi, s-a constatat că rășina brută cuprinde și o importantă cantitate de rășină oxidată, care nu se dizolvă în solvenții obișnuiți — benzină — ci în alcool industrial, acetonă, eter etc.

Rășina oxidată sau colofoniul oxidat, cum este numită în industria rășinei, a fost considerată mult timp ca un produs fără valoare industrială. Chimiștii romîni au arătat însă contrariul. Astfel, la fabrica de săpun „Stela" din București s-a obținut din colofoniu

Un „pom de iarnă".

oxidat și acizi naftenici „colonaftul", un produs cu excelente calități de saponificare, folosit în industria săpunului. Alte încercări au arătat că se poate folosi cu succes colofoniul oxidat la regenerarea cauciucului uzat.

Solvenții la lucru

Rășina coniferelor a fost strînsă. Oricît de atent ai privi-o, nu ți-ar veni să crezi că așa cum se prezintă ea, sub forma unei mase sticloase, ar putea conține, pe lîngă partea solidă, și o parte lichidă. Și totuși, cu ajutorul solvenților, din rășina solidă se extrage, pe lîngă colofoniu, și un lichid uleios cu miros caracteristic — terebentina.

Cum se fabrică colofoniul și terebentina ?

Obținerea acestor produse din rășina provenită prin incizii este în general simplă : rășina brută se topește în vase speciale ; terebentina este antrenată cu vapori de apă, iar în vas rămîne colofoniul.

Pentru țara noastră, care nu posedă conifere ce ar putea fi supuse „gemării", procedeul acesta nu este bun. Rășina colectată de pe copaci conține puțină terebentină, dar o mare cantitate de impurități și de colofoniu oxidat. Dacă s-ar supune această rășină încălzirii și antrenării cu abur, în loc de terebentină și colofoniu, am căpăta la sfîrșitul operației o masă tare, care abia s-ar scoate din vasul de distilare, și asta numai cu toporul !

Dar chimiștii au venit de hac — cum se spune — îndărătnicei rășini colectată de pe arbori. Pentru asta ei au apelat la solvenți, procedeul folosit fiind numit „prin extracție". In general, prelucrarea rășinii brute prin procedeul extracției cuprinde patru operații succesive : purificarea rășinii, antrenarea terebentinei, dizolvarea colofoniului și distilarea soluției de colofoniu. La noi în țară chimiștii au găsit cu cale că prima operație — purificarea rășinei — poate fi înlăturată, simplificînd astfel procedeul.

Numai într-o fabrică unde se produc colofoniul și terebentina vom afla „secretul" obținerii lor. Mai întîi rășina brută este introdusă în extractor — așa se numește vasul în care solventul acționează asupra rășinei. După ce este închis ermetic se dă drumul aburului prin niște țevi, pînă ce rășina se topește. Atunci se introduce în extractor abur. El antrenează vaporii de terebentină, și-i duce prin niște țevi răcite. Aici aburii se transformă în lichid, și cad într-un vas florentin, unde datorită densității terebentina brută se separă de apă.

Ce se întîmplă însă cu reziduul rămas în extractor ? Se aruncă ? Nu, din el se fabrică colofoniul. Cînd antrenarea terebentinei s-a terminat, operatorul chimist închide robinetul ce face legătura extractorului cu răcitorul și vasul florentin, și deschide un altul prin

care trece solventul — benzina de extracție. Ea scoate colofoniul din rășină. Reziduul rămas în extractor nu se aruncă nici el, ci e folosit la fabricarea colofoniului oxidat. Pentru asta se introduce un nou solvent în extractor — de astă dată alcool metilic — și se face o nouă extracție, după care soluția obținută este distilată ca să se recupereze solventul și să se capete colofoniul oxidat.

Astfel se obține terebentina și colofoniul brut.

Terebentina este închisă la culoare și n-are mirosul său caracteristic, datorită diferitelor substanțe conținute, cum ar fi: produse de oxidare, de deshidratare, de izomerizare, resturile de solvent etc. Ca să se capete terebentina pură, aceea pe care o cunoaștem cu toții, deschisă la culoare și cu miros plăcut, aromatic, trebuie supusă purificării. Purificarea — operație cunoscută și sub denumirea de rectificare — se face prin tratare cu substanțe chimice și prin distilare.

Colofoniul brut, așa cum se capătă după distilare, cuprinde pe lîngă acizii rezinici și o mare cantitate de alte substanțe ce-i dau o culoare brună. Ori unul dintre criteriile după care se judecă calitatea colofoniului este tocmai culoarea. De aceea chimiștii au căutat procedee și pentru purificarea — rafinarea lui, cum se mai spune în tehnică. Rafinarea se face cu solvenți selectivi, prin distilarea în coloane cu vid sau prin tratare cu decoloranți.

Solvenții și-au făcut datoria. Ei pun la dispoziția omului colofoniul și terebentina. Dar n-am aflat încă totul despre aceste substanțe. Oamenii de știință au descoperit noi surse de materii prime pentru fabricarea colofoniului și terebentinei.

Noi materii prime

Chimiștii și-au spus că rășina colectată prin incizii și de pe arbori nu este suficientă ca să acopere nevoile industriei. Și n-au avut odihnă pînă ce n-au

găsit și alte surse de materii prime. Astfel, după multe experiențe, ei s-au oprit asupra cioturilor rămase la exploatarea parchetelor de conifere și asupra leșiei bisulfitice rezultată ca deșeu la fabricarea celulozei din lemnul coniferelor.

Poate că unii cititori își închipuie că noile surse de materii prime n-au o prea mare importanță. Adevărul este însă altul. Cioturile, de pildă, pot furniza cantități de colofoniu și terebentină mult mai mari decît rășina obținută prin incizii sau cea colectată de pe trunchiul arborilor. De aceea în țările unde exploatarea lemnului de conifere se face pe scară largă, și în special în U.R.S.S., pe lîngă exploatările forestiere se creează ca anexă și o industrie chimică în vederea fabricării colofoniului și terebentinei. Din cioturi, colofoniul și terebentina se pot extrage cu solvenți sau prin piroliză (distilare uscată).

După tăierea arborilor, cioturile rămase sînt scoase din pămînt cu ajutorul explozivilor și transportate la fabrică, unde se face extracția cu solvenți ai substanțelor rășinoase. Să urmărim calea valorificării acestei materii prime vegetale.

Din depozitul unde au fost strînse, cioturile sînt duse de un transportor la spălător. In continuare sînt măcinate și introduse într-o serie de extractoare grupate în baterie. O asemenea baterie este formată din 14 extractoare — 10 dintre ele fiind continuu în lucru, iar 4 în fazele de recuperare a solventului, descărcare și încărcare. Solventul, trecînd prin fiecare aparat, extrage rășina. Soluția căpătată este distilată de cîteva ori, pînă se separă solventul de colofoniu și terebentină.

Dar colofoniul și terebentina mai conțin încă o serie de substanțe chimice care scad calitatea produselor, așa că se face și purificarea lor. Distilînd terebentina brută, pe lîngă produsul principal — terebentina — se obțin și alte substanțe chimice ca: parametandipenten, alfa-pinen, alfa-terpineol etc., folosite în industria chimică de sinteză, în industria parfumurilor, a medicamentelor etc.

Resturile lemnoase rămase de la extracție nu se aruncă. Ele pot fi folosite drept combustibil sau ca materie primă pentru alte industrii chimice, cum ar fi, de pildă, la fabricarea celulozei sau pentru hidroliză, cînd se obține furfurol și alte substanțe.

Piroliza a fost al doilea procedeu folosit de chimiști pentru fabricarea colofoniului și terebentinei. În principiu, procesul tehnologic nu diferă de cel utilizat la fabricarea mangalului și a celorlalte produse chimice. Există însă și o deosebire. Anume, piroliza cioturilor este condusă cu mare atenție, separîndu-se la anumite temperaturi ale pirolizei atît terebentina, cît și o parte din colofoniu.

În prima fază a pirolizei sînt captate în special apa, terebentina și colofoniul. În faza finală se înteține focul de sub retortă. Acum are loc piroliza lemnului; acesta transformîndu-se în mangal, degajă totodată o serie de produse, cum sînt apele acide, gudroanele, uleiurile de colofoniu etc.

Toate produsele obținute în urma pirolizei cioturilor de rășinoase sînt întrebuințate în industrie după ce, bineînțeles, sînt separate unele de altele. Astfel, terebentina e separată de ceilalți însoțitori și apoi rectificată, folosind procedeele obișnuite. Uleiurile grele de colofoniu au diferite întrebuințări în industria lacurilor și vopselelor, a cernelurilor tipografice etc.

Aventurile cioturilor din pădurea de rășinoase s-au terminat. Desigur, cititorii s-ar putea întreba dacă valorificarea rășinei din cioturi este rentabilă la noi în țară. Cercetătorii răspund la această întrebare prin cifre, a căror semnificație este înțeleasă de oricine. Iată: din exploatările curente se pot scoate circa 350 000 tone cioturi, iar din exploatările mai vechi cîteva milioane de tone. Ce reprezintă aceste cifre? mii de tone de produse necesare atît industriei chimice interne, cît și exportului.

La fabricarea celulozei după procedeul cu sulfat rezultă și o serie de produse secundare, produse ce pot fi separate și utilizate. Printre acestea se numără și terebentina, bineînțeles cînd celuloza se fabrică din

lemnul coniferelor. Astfel, în timpul preparării unei tone de celuloză se obțin și circa 7 kg terebentină, cantitate care strînsă cu grijă zi de zi acoperă o parte din necesarul industriilor chimice.

Și frunzele se valorifică

Omul a valorificat nu numai tulpinile și cioturile brazilor, ci și frunzele. Frunzele bradului, molidului, pinului, zadului, ienuperului sînt o sursă importantă de uleiuri eterice, ceară vegetală, substanțe vitaminate, zaharuri, gume, rășină, clorofilă etc.

Scoaterea și separarea acestor produse se face într-o instalație specială, în trei faze principale. Mai întîi se antrenează cu abur uleiul volatil, apoi se face extracția cu apă și în cele din urmă extracția cu solvenți. Industrial lucrurile se petrec în felul următor: Cetina, adică frunzulițele verzi în formă de ace ale coniferelor, e introdusă într-un extractor — un cazan metalic prevăzut în interior cu un coș special pentru cetină, și cu o conductă de abur — unde are loc extragerea substanțelor. Cînd apa din extractor a început să fiarbă, vaporii pornesc la drum antrenînd cu ei și uleiul volatil din cetină. In drumul lor întîlnesc un refrigerent unde se condensează. Totodată se realizează atît antrenarea uleiului volatil din cetină cît și extragerea cu apă a substanțelor solubile. După un timp, în care aburul ia cu el tot uleiul volatil din cetină, se oprește introducerea lui, se elimină apa din extractor provenită prin condensarea aburului și se introduce benzină de extracție. Menirea ei este să dizolve cerurile și rășinile. In continuare se introduce în extractor alcool industrial. Acesta scoate din cetină clorofila și rășinile oxidate.

Cetina verde a arborilor poate furniza omului și... lînă. Bineînțeles, că nu este vorba de lînă obișnuită, ci de un material special numit așa de tapițeri. Pentru asta, după uscare cetina este trecută printr-o sită, care îndepărtează bucățile de lemn; apoi frunzele căpă-

tate sînt folosite în tapițerie pentru umpluturi sub numele de „lînă de lemn".

Chimiștii i-au întrecut însă pe tapițerii inventivi. Ei au găsit că cetina rămasă după extragerea prețioaselor substanțe chimice este un material foarte bun pentru hidroliză. De aceea putem spune că resturile cetinei verzi pot da în afară de „lînă", cu ajutorul hidrolizei, și zaharuri fermentescibile, furfurol etc. — substanțe deosebit de valoroase în industria chimică.

Să revenim la soluțiile cu substanțe extrase din cetină și să recapitulăm. Așadar, din extractor se obține extractul apos, uleiul volatil și extractul cu benzină. Extractul apos este bogat în acid ascorbic (vitamina C), substanțe tanante, gume și zaharuri. Separarea vitaminei C din extract este destul de dificilă din cauza multor substanțe dizolvate în extract. De aceea nu se prepară vitamina C pură, ci unele produse vitaminate, folosite în consumul alimentar și în industria farmaceutică. Pentru aceasta extractul apos este concentrat în vid la o temperatură scăzută, ca să nu se descompună vitamina C.

Uleiul volatil — frumos mirositor din cauza acetatului de bornil — este un amestec de diferite terpene, cum ar fi : pinen, limonen, camfen și silvestren. Uleiul are o utilizare variată, fiind folosit în industria medicamentelor, a parfumurilor, la fabricarea camforului sintetic etc.

Extractul cu benzină conține colofoniu, colofoniu oxidat și ceruri. Cerurile cuprind o serie de substanțe estolide, deosebit de valoroase, deoarece sînt întrebuințate la obținerea unor plastifianți căutați.

Iată ce poate scoate chimia din frunzișoarele acelea verzi, podoabă a pomilor noștri de iarnă.

Asaltul ligninei

Dacă problema celulozei a căpătat o rezolvare practică din partea chimiștilor, care au reușit să fabrice din ea fel de fel de produse, nu același lucru s-a

întîmplat și cu lignina — celălalt component al lemnului. Cauza ? Nu se cunoștea compoziția ei chimică ! Pînă în ultimul timp se părea că „secretul" ligninei va putea fi cu greu dezvăluit. De altfel, el nu e nici astăzi pe deplin cunoscut. Totuși nu este departe ziua cînd lignina își va pleca docilă capul în fața eprubetei chimiștilor.

Semnalul „asaltului" a fost dat de chimiști. Ei nu concepeau ca o cantitate însemnată de substanță organică să fie categorisită sub numele de deșeu. Asta cu atît mai mult cu cît lignina cuprinsă în lemn reprezintă un procent de 18—28%. Astăzi, datorită cerințelor tot mai mari de celuloză, sînt supuse tratamentelor chimice cantități tot mai mari de lemn. Pentru asta lignina trebuie solubilizată, adică dizolvată în diferite substanțe chimice, cum ar fi, de exemplu, bisulfitul de calciu — material folosit la fabricarea celulozei sulfat. Cantitățile uriașe de soluții bisulfitice reziduale, produse zilnic de fabricile de hîrtie și celuloză, au făcut ca problema valorificării ligninei să treacă granițele țărilor mari producătoare de celuloză, devenind o problemă mondială.

„Misterul" structurii chimice a ligninei a sugerat cercetătorilor concluziile cele mai diferite. Dificultățile întîmpinate se datoresc, în primul rînd, faptului că această substanță nu se poate desface în combinații simple prin hidroliză — așa cum se desface, de pildă, celuloza, dînd glucoză — combinații ce ar putea fi considerate produși de bază din care se formează macromoleculele ligninei prin policondensare sau polimerizare. De aceea în puține sectoare ale chimiei organice s-a desfășurat o muncă atît de intensă ca în chimia ligninei, domeniu unde au lucrat renumiți chimiști din lumea întreagă.

Urmărind să rezolve această dificilă problemă, chimiștii s-au adresat întîi analizei elementare. Ea a arătat că lignina este formată din carbon, oxigen și hidrogen ; așadar, este o substanță chimică ternară.

Experiențele următoare au dus însă la concluzii contradictorii. Astfel, unii cercetători au afirmat că

lignina nativă, adică lignina plantelor verzi, nu cuprinde componenți aromatici, adică înrudiți cu benzenul, ci aceștia se formează în timpul extragerii din lemn. Alții au dovedit, dimpotrivă, caracterul aromatic al componenților ligninei.

O contribuție strălucită în această problemă a adus chimistul P. Klarson. El a demonstrat că lignina este un produs de condensare a doi alcooli aromatici: coniferilul și oxiconiferilul. Continuînd lucrările, chimistul K. Freudenberg, ajutat de niște analize foarte precise, ajunge la concluzii interesante în privința condensării grupelor constituente ale coniferilului. De aceea lucrările lui simbolizează cel mai exact cunoștințele noastre actuale asupra ligninei extrase din lemn. Mai mult, într-una din lucrările sale arată că sub acțiunea unei substanțe izolate din mucegaiul Psalliota campestris, alcoolul coniferilic se transformă într-o substanță cu comportări chimice asemănătoare ligninei extrase din molid.

Acestea erau primele rezultate ale asaltului ligninei. Chimiștii continuau însă să se întrebe cum se explică formarea ligninei în plante. Tot K. Freudenberg arată că lignina nu este un simplu produs de polimerizare a alcoolului coniferilic, — așa cum se credea, — ci un produs de polimerizare a radicalului alcoolului coniferilic, care pierde un atom de hidrogen. Pornind de aici, el ajunge la concluzia că alcoolul coniferilic poate fi transformat în lignină cu ajutorul unor fermenți. Aceștia fură alcoolului atomi de hidrogen transformîndu-l în radicali, care pot apoi polimeriza trecînd în lignină. Fermenții aflați în țesuturile dintre părțile lignificate și scoarță catalizează, adică înlesnesc polimerizarea alcoolului coniferilic în lignină. Dar lucrurile nu sînt atît de simple. Alcoolul coniferilic nu există liber în plante, ci este pus în libertate de fermenții din zona cambială a arborilor și care acționează asupra coniferinei. [1]

[1] Glucozidă — compus format din glucoză și alcool coniferilic.

Cînd au fost strînse aceste date, vălul ce acoperea „misterul" ligninei începu să se subțieze, permițînd chimiștilor dacă nu lămurirea completă a misterului, cel puțin să facă presupuneri logice asupra lignificării țesuturilor vegetale. Astfel, pornind de la asimilația clorofiliană, putem spune că glugozida coniferină se sintetizează în anumite părți ale plantei, de unde e trimisă în celulele tinere, nou formate. Aici, coniferina se întîlnește cu fermenții, care, fără zăbavă, o desfac în glucoză și alcool coniferilic, așa cum, de pildă, ai tăia cu foarfecele o foaie de hîrtie în două bucăți. Alcoolul coniferilic născut n-a scăpat însă de fermenți. Imediat ce s-a format este luat în primire de alții, care-l transformă în lignină.

Speciile de arbori foioși, adică arbori cu frunze căzătoare, cum sînt stejarul, fagul, mărul etc., conțin pe lîngă alcoolul coniferilic și un alt alcool numit sinapic, deosebit foarte puțin de primul. Dacă se amestecă ambii alcooli — coniferilic și sinapic — și se supun acțiunii fermenților, se formează o substanță asemănătoare ligninei arborilor foioși.

Misterul ligninei nu este, încă, pe deplin dezlegat. Totuși chimiștii nu s-au descurajat. Ei continuă și astăzi să se întrebe: ce este lignina? Cum se formează? Fără îndoială că în viitorii ani, cu ajutorul noilor metode de analiză și sinteză, vor reuși să răspundă. Atunci vălul ce ascunde secretele ligninei va cădea și, în sfîrșit, se vor putea valorifica la maxim bogățiile ce mai zac încă ascunse în lignină.

Vanilină din... lemn

In orice bucătărie, pe un raft de dimensiuni mai mari sau mai mici, stau înșirate ca la paradă nenumărate borcane lucitoare sau cutii emailate, pe care scrie: piper, scorțișoară, vanilină, foi de dafin etc.

Iată cîțiva din nenumărații „reactivi" folosiți zilnic în „laboratorul de chimie" al fiecărei gospodării.

Să ne oprim puțin asupra vanilinei. Știu, oare, cititorii că multcăutatele produse de cofetărie și patiserie capătă azi aromă de vanilie datorită lemnului? Mai precis: că vanilina ce ne parfumează prăjiturile se poate fabrica și din lignină? Acesta este unul din succesele de „ultima oră" ale chimiei moderne.

Vanilina — substanța albă, cu parfumul atît de cunoscut — se extrage obișnuit din fructele lungi, negre, frumos mirositoare, ale plantei Vanilla planifolia — o prețioasă orhidee originară din Mexic. Această plantă aromatică a fost cunoscută de europeni prin secolul al XVI-lea, cînd a fost adusă din America, peste ocean, de către spanioli.

Așa cum s-a întîmplat cu multe alte mirodenii aduse în Europa de peste mări și țări, prețul vaniliei — al acelor păstăi negre, frumos mirositoare — a atins curînd cifre astronomice. Dornici de îmbogățire, și invidioși probabil pe spanioli, olandezii au transplantat prețioasa orhidee în insula Java. Mai tîrziu și francezii urmară exemplul lor, și insula Réunion deveni celebră în toată lumea prin vanilia ce o producea. Cu toate că producția de păstăi frumos mirositoare creștea din zi în zi, prețul lor nu scădea simțitor. Au intervenit atunci chimiștii. Ce-ar fi — și-au zis ei — să încercăm fabricarea vanilinei, a prafului alb din păstăile de vanilie, pe cale artificială? Nu era o idee rea, dar... nu i se cunoștea compoziția! Și, bineînțeles, dacă nu știi ce trebuie să produci, oricît te-ai strădui după „inspirație" nu prea ai șanse de izbîndă.

Nenumărați chimiști, înarmați cu cele mai moderne ustensile ale timpului, au pornit asaltul împotriva vanilinei. În sfîrșit, după ani de cercetări intense, chimistul francez Charles anunță, în anul 1872, că vanilina din păstăile de vanilie este, din punct de vedere chimic, o rudă mai îndepărtată a benzenului. După cîțiva ani doi chimiști germani instalau cea dintîi

fabrică pentru prepararea sintetică a vanilinei. Materia primă pentru fabricarea ei era uleiul de cuișoare, obținut din cuișoare, adică din bobocii uscați ai plantei Eugenia carvophillata — arbust mereu verde, originar din insulele Moluce — și care conține în proporție de 50% substanța chimică eugenol. Astfel, uleiul de cuișoare devine o sursă de materii prime pentru fabricarea vanilinei ; plantele — ca de multe ori în istoria produselor chimice — veneau în ajutorul chimiei.

Eugenolul suferă în retorta miraculoasă a chimistului o transformare trecînd în izoeugenol. Mai departe, sub influența altor reacții, izoeugenolul formează vanilina.

Și astăzi izoeugenolul este o materie primă prețioasă pentru fabricarea vanilinei, mai ales că din el se obține un produs foarte fin și căutat. Dar costul lui ridicat limitează mult producția. De aceea vanilina de cuișoare este înlăturată din ce în ce de vanilina sintetizată din guaiacol-glioxil și din... lemn, mai precis, din lignină.

Chimiștii au observat legătura dintre lemn și vanilină de mai mult timp. Astfel, una din metodele pentru fabricarea vanilinei folosește drept materie primă sucul cambial al rășinoaselor. Acesta conține glugozida coniferină. In urma unor anumite transformări ea dă naștere la vanilină.

Colectarea dificilă a sucului cambial, precum și randamentul slab în vanilină, au determinat pe chimiști să renunțe la această metodă de preparare și să caute alte surse de materii prime. După multe cercetări ei și-au întors privirea spre lignină care, așa cum se dovedise, era în legătură genetică cu coniferina.

Fabricarea vanilinei din lignină nu numai că rezolvă problema materiei prime necesară acestei substanțe, dar rezolvă și pe aceea a utilizării leșiilor bisulfitice rămase ca deșeu la fabricarea celulozei sulfit. Dacă ne gîndim că, în medie, la fiecare 100 tone ce-

luloză se obțin 100 tone deșeuri, care cuprind la rîndul lor o mare cantitate de lignină, ne dăm seama ce sursă inepuizabilă de materii prime și-au ales chimiștii pentru fabricarea parfumatului produs.

Lignina se găsește în compoziția leșiei bisulfitice reziduale sub formă de săruri de calciu ale acizilor lignosulfonici. Dar leșia mai cuprinde și alte substanțe, cum ar fi, de pildă, zaharuri fermentescibile, întrebuințate în tehnică pentru fabricarea alcoolului etilic și a drojdiei furajere.

Mirajul fabricării vanilinei din lignină a atras pe mulți „vrăjitori" moderni. In eprubetele lor lignina capătă aromele îmbietoare ale celor mai gustoase prăjituri. Primele succese au apărut încă în anul 1837.

Cum se fabrică vanilina? Bineînțeles că nu vom aminti nenumăratele brevete care folosesc drept materie primă leșiile bisulfitice, ci ne vom opri asupra unui singur procedeu, un procedeu cehoslovac, propus de inginerul Zygmunt Kin. El se bazează, ca și multe altele, pe hidroliza leșiei bisulfitice reziduale, urmată de o oxidare cu ajutorul aerului, în prezența sulfatului de cupru, care joacă rolul de catalizator. Vanilina formată se extrage cu toluen și hidrosulfit de sodiu.

Deșeurile de la extracție conțin lignină și sulfat de sodiu, sub formă de suspensie. Incălzind suspensia, lignina devine plastică, moleculele ei se lipesc și poate fi astfel mai ușor separată din soluție. Procesul poate fi asemănat cu acela ce are loc la prinderea laptelui, sub influența căldurii și a fermenților. Lignina obținută, după uscare, se prezintă ca o pulbere amorfă galben-cenușie. Ea este un excelent material de umplutură pentru cauciuc, mase plastice și pentru fabricarea plăcilor presate, folosite în industria electrotehnică și în construcții.

Și iată că una din substanțele lemnului s-a transformat în vanilină. In felul acesta chimia a obținut o nouă victorie asupra naturii.

Titlul acestui subcapitol amintește de o mare familie de substanțe, care își trag numele de la multrăspînditul „ion", particulă ce se formează în timpul disociației electrolitice a substanțelor.

Dar ce sînt ioniții ?

Sub denumirea de ioniți sau de schimbători de ioni se înțeleg substanțe solide — de natură minerală sau obținuți prin sinteză — insolubile în apă și în alți solvenți, capabile să schimbe cationii sau anionii conținuți cu alți cationi sau anioni aflați în soluția unde sînt introduși. Astăzi utilizarea lor în practică devine din ce în ce mai importantă. Aproape nu există proces chimic în care să nu fie amestecat și un ionit.

Istoricul descoperirii acestor substanțe este foarte interesant. Ca element premergător, care a dus la descoperirea ioniților, se poate aminti tratarea apei cu adsorbanți solizi, ca, de pildă, nisipul. Operația aceasta este cunoscută din vechime, și este amintită în unele scrieri din timpul lui Aristotel, unde se spune că nisipul era folosit pentru filtrarea apelor cu gust neplăcut. Acum cîteva sute de ani englezul Bacon prevedea în lucrarea sa „Sylva Sylvarum", operația de deionizare a apelor, care e astăzi foarte des folosită.

Intîietatea descoperirii fenomenului schimbului de ioni li s-a recunoscut unor agronomi englezi. Aceștia au observat că la trecerea soluțiilor apoase de săruri prin sol, rădăcinile plantelor absorb unele elemente (potasiu, calciu, magneziu) sub formă de cationi, adică de ioni încărcați pozitiv. Mai tîrziu s-a văzut că la buna desfășurare a absorbției cationilor de către rădăcini contribuie anumite substanțe aflate în sol, și anume : zeoliții, fosfații, humații. Ele au fost numite schimbători de ioni sau ioniți.

Anul 1935 este anul de naștere al rășinilor sintetice schimbătoare de ioni ; abia atunci s-a reușit prima sinteză chimică a acestor substanțe, din fenoli și aldehidă formică.

Cei mai utilizați ioniți sînt astăzi rășinile fenol-formaldehidice și aminoformaldehidice. Formaldehida se poate fabrica și din materii prime vegetale. Totuși, pentru a nu exista nici un dubiu în privința utilizării substanței vegetale la fabricarea ioniților, chimiștii i-au fabricat și din lemn, bumbac sau semințe de plante oleaginoase. Mai mult, după îndelungi cercetări ei au constatat că leșiile bisulfitice reziduale de la fabricarea celulozei sulfit pot fi și ele folosite la fabricarea ioniților.

Cum ioniții se împart în două mari clase : cationiți și anioniți — chimiștii s-au gîndit să fabrice ioniți din ambele clase, folosind, bineînțeles, drept materie primă leșia bisulfitică rămasă de la fabricarea celulozei.

Cum se obțin ioniții ? Acizii lignosulfonici din soluția bisulfitică sînt tratați cu diferite substanțe, astfel că ei precipită, obținîndu-se, după metoda de lucru folosită, fie cationiți, fie ioniți.

La noi în țară un colectiv de cercetători au făcut studii în vederea obținerii unui cationit cu o mare capacitate de schimb, plecînd de la rumegușul de lemn. Rezultatele obținute i-au determinat să afirme că : „Simplicitatea tehnologiei, prețul de cost convenabil... situează cationitul preparat de noi ca un produs favorabil pentru economia națională și îl pune în balanță pentru comparație cu rășinile schimbătoare de ioni aduse din import".

In principiu, metoda folosită de cercetătorii romîni pentru obținerea cationitului constă în tratarea rumegușului de lemn (50% molid + 50% fag) cu acid sulfuric, cînd are loc degradarea celulozei și sulfonarea ligninei.

Acestea sînt numai cîteva din prefacerile lemnului. Ele ne demonstrează, pe de o parte, faptul că lemnul a devenit azi o materie primă deosebit de valoroasă, iar pe de altă parte că omul devine din zi în zi tot mai stăpîn pe bunurile naturale ale globului.

De-a lungul secolelor

Aromele şi parfumurile au fost cunoscute de om încă din antichitate. Desigur că parfumul florilor sau mirosul cetinei de brad au atras şi atenţia omului primitiv. O dată cu începuturile civilizaţiei, aromele şi parfumurile devin indispensabile ceremoniilor religioase. De altfel chiar şi numele de „parfum" vine de la cuvintele „per fumus", adică „pentru fum", dat fiind că în jertfele aduse zeilor se găseau şi plante aromatice care arse dădeau fumuri mirositoare. Preoţii vechilor egipteni aduceau ca ofrandă zeilor răşini mirositoare, mirt sau diferite amestecuri aromate.

Deşi primele ateliere în care se preparau esenţele şi parfumurile s-au născut în Egipt, totuşi Babilonul devine centrul de desfacere a acestor substanţe, aduse aici din diverse ţări. La grecii antici esenţele şi parfumurile au jucat un mare rol în medicină. Se povesteşte că Hippocrat a izgonit ciuma din Atena, arzînd pe străzi plante şi rădăcini aromatice. Acest lucru a fost dovedit ca real, deoarece în timpul holerei ce a bîntuit în secolul trecut Parisul şi Londra, nici un lucrător din fabricile de parfum nu s-a îmbolnăvit, dovedindu-se astfel acţiunea antiseptică a esenţelor mirositoare. De la greci parfumurile au trecut şi la romani. În metropola Imperiului Roman utilizarea parfumurilor devine o furie. La Roma toate locuinţele patricienilor erau îmbălsămate cu mirosurile cele mai fine, cunoscute de vechea civilizaţie. Totul se parfuma : casele, băile, chiar şi cîinii. Se povesteşte că împăratul Nero, la înmormîntarea soţiei sale Popeea, a ars de zece ori mai multă smirnă decît producea Arabia într-un an.

În evul mediu şi mai tîrziu, substanţele mirositoare încep să capete şi întrebuinţări laice. Pe vremea aceea negustorii vindeau două mărfuri la fel de căutate : parfumurile şi otrăvurile.

Un scriitor din timpul lui Ludovic al XV-lea spunea : „....oamenii (e vorba de nobilime — n. a.) nu se spălau

decît o singură dată pe săptămînă, în schimb se parfumau de zece ori pe zi..." Să nu credeți cumva că exagera. La Versailles — reședința regilor Franței — nu exista decît o singură baie, în schimb erau sute de prăvălii unde se vindeau parfumuri. Astfel, doamna de Pompadour cheltuia anual colosala sumă de 500 000 de franci aur pe parfumuri!

Cu timpul arta de a prepara parfumuri ia un mare avînt: încep primele studii științifice și chiar se scriu cărți speciale. Dezvoltarea chimiei se bazează, în parte, și pe dezvoltarea meșteșugului de a întocmi parfumuri. Odată puse bazele științifice ale chimiei, noua industrie capătă un aliat prețios care o ajută nu numai să extragă esențe și arome multe și fine, ci o învață să le și producă pe cale artificială.

Una dintre primele cărți care descriu prepararea parfumurilor este aceea a lui Dojean, apărută în anul 1797 și intitulată „Tratat al mirosurilor". Autorul urmărește să fie „limpede și exact". Lucrul acesta nu este întotdeauna prea ușor, deoarece în unele rețete, cum ar fi aceea a „apei divine și cordiale a lui Lemery", trebuiau prelucrate nu mai puțin de 37 plante!

Cunoscuta „apă de colonia" a fost preparată pentru prima dată în orașul german Colonia, așezat pe Rin, cu un secol și ceva în urmă. Ea a fost creată de italianul Jean-Maria Farina, care venise să facă negoț cu articole exotice. Se povestește că rețeta i-a fost dată de un călugăr din Orient. După ea, J. M. Farina a început prepararea apei parfumate. Ea s-a numit mai întîi „apa reginei", apoi „apa admirabilă" și pînă la urmă „apa de Colonia" — după numele orașului german — sau cum îi spunem astăzi: „apă de colonie".

Progresul neîncetat al științei a făcut ca industria parfumurilor să se dezvolte continuu, să apară noi metode de fabricare a acestor substanțe parfumate. Astăzi regiuni întregi de pe suprafața Pămîntului sînt cultivate cu plante frumos mirositoare, din care chi-

Apa de colonie se extrage din nenumărate flori.

mistul extrage cele mai variate parfumuri. Renumită e în întreaga lume valea Kazanlîkului din R. P. Bulgaria, unde cresc trandafirii ce dau o multcăutată esență. Și la noi în țară s-a dezvoltat în anii regimului democrat-popular o industrie a parfumurilor artificiale și sintetice, care utilizează materiile prime existente, odinioară nevalorificate sau neexploatate în întregime.

Ce sînt uleiurile volatile?

De treci printr-o poiană înflorită, într-o zi caldă de iunie, parfumul florilor te îmbată. Datorită cui răspîndesc plantele mirosuri îmbătătoare?

Florile, frunzele, fructele și rădăcinile mirositoare își datoresc parfumul lor caracteristic unor substanțe

organice volatile, numite uleiuri volatile, uleiuri eterice, uleiuri esențiale sau, simplu, esențe.

Dacă vrem să aflăm unde se ascund uleiurile, trebuie să apelăm la botanică. Uleiurile volatile pot fi găsite în celulele secretoare epidermice, cum sînt cele ce acoperă partea superioară a petalelor de trandafir sau cele de la partea superioară și inferioară a petalelor de salcîm. Celulele acestea, numite papile secretoare, secretă uleiul volatil care difuzează prin membrană și se răspîndește în aer. De asemenea, celulele epidermice de pe ramurile tinere de mesteacăn secretă o substanță rășinoasă, pe care o varsă la exteriorul ramurilor, și dă primăvara mirosul caracteristic pădurilor de mesteacăn.

Uleiurile volatile nu provin însă totdeauna din aceeași parte a plantelor. La unele plante ca irisul, de pildă, rădăcina este parfumată, la altele — florile și frunzele. De asemenea, poate fi parfumată scoarța sau fructele unor anumite plante.

Unele plante pot da mai multe parfumuri deosebite și caracteristice. Portocalul, de exemplu, ne poate furniza trei esențe: din frunze și fructe mici se extrage o esență, din flori esența de flori de portocali, iar din coaja fructelor se extrage esența zisă de „portugal".

Cantitatea de ulei dintr-o plantă variază în funcție de mediul și metodele de cultură, precum și în funcție de familia din care face parte. De pildă, din 3 000 kg flori de trandafiri sau 5 000 kg flori de narcize, ori din 7 000 kg flori de iasomie, se scoate abia 1 kg ulei. Se înțelege, deci, pentru ce prețul parfumurilor naturale este atît de mare. Urmărind să mărească procentul de esență din plante, pentru a micșora cantitatea de flori necesară obținerii unui kilogram de esență, floricultorii fac studii serioase, căci este foarte important să se cunoască pentru fiecare plantă condițiile optime necesare dezvoltării calităților ei.

Ce sînt uleiurile volatile? Din punct de vedere al compoziției chimice uleiurile volatile se deosebesc fun-

damental de uleiurile grase şi de cele minerale. Uleiurile grase sînt esteri ai glicerinei cu acizi graşi, iar uleiurile minerale sînt amestecuri de hidrocarburi. Uleiurile esenţiale, în schimb, sînt amestecuri în care întîlnim de cele mai multe ori substanţe mirositoare cu diferite funcţiuni chimice : hidrocarburi, esteri, eteri, aldehide, cetone, alcooli, acetali etc. Alături de acestea mai există şi alte esenţe mai puţin mirositoare, care atenuează sau subliniază influenţa unuia sau a mai multor constituenţi. Amestecul lor intim dă uleiului volatil un parfum particular, numit buchet.

Dar nu orice substanţă mirositoare poate fi un parfum. Pentru ca o substanţă să fie un parfum trebuie să îndeplinească două condiţii. Intîi trebuie să fie volatilă la temperatura obişnuită, ca să se poată răspîndi în aer cu uşurinţă. A doua condiţie este să producă asupra simţurilor noastre o senzaţie plăcută.

In vorbirea obişnuită se înţelege prin parfum o esenţă oarecare, dizolvată într-o cantitate relativ mică de alcool etilic. Dacă dizolvarea se face într-o cantitate mai mare de alcool şi se mai adaugă şi un procent de 20—30% apă, atunci se obţine „apă parfumată", sau „apă de colonie".

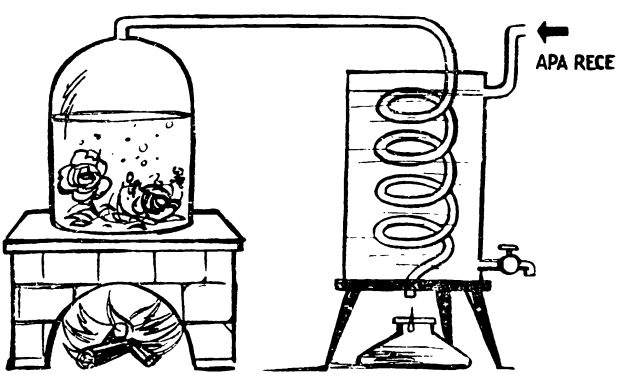
Aproape toate uleiurile volatile sînt lichide la temperatura obişnuită. La temperatură scăzută ele se separă adesea în două părţi : una solidă, numită „stearopten", şi alta lichidă — „eleopten". Esenţele sînt solubile în alcooli, eter, benzină etc. La aer se rezifică, formînd o masă tare, sticloasă, de culoare galbenă. Cea mai mare parte din esenţe sînt incolore. In general esenţele se descompun la temperatura la care distilă. De aceea distilarea în vederea obţinerii în stare pură trebuie făcută sub presiunea normală. In acest caz punctul de fierbere se coboară mult, ajungîndu-se la o temperatură de lucru care nu pune în pericol esenţa. In cazuri speciale distilarea se face la o presiune de 1 mm, cînd punctul de fierbere se coboară foarte mult. Alteori distilarea se realizează chiar în vid.

Ca să extragă uleiurile volatile din plante, mînuitorul eprubetei întrebuinţează diferite metode. În general metodele lui sînt: presarea, antrenarea cu vapori de apă (distilarea), extragerea cu grăsimi, extragerea cu ajutorul solvenţilor volatili, macerația și descompunerea fermentativă.

Presarea, fiind o metodă primitivă, se aplică în special la extragerea uleiurilor volatile din coji și fructe, cum ar fi lămîile, portocalele etc. Sub puternicele prese hidraulice sau cu șurub, materialul mirositor lăcrimează șiroaie parfumate. Esenţele obţinute nu sînt încă bune de folosit, deoarece sînt tulburi. De aceea extractul este lăsat să se limpezească sau e trecut prin filtre-presă care separă părţile solide de lichid.

Cea mai răspîndită metodă pentru extragerea uleiurilor volatile este antrenarea cu vapori de apă. Procedeul prezintă însă și un incovenient: nu se poate aplica parfumurilor sensibile la căldură și la acţiunea vaporilor de apă. În ce constă această metodă? Vaporii de apă trec peste materialul parfumat, luînd cu ei uleiul

Extragerea esenţei din flori.



volatil. Străbătînd un răcitor (refrigerent) ei se condensează. Apa și esențele condensate sînt strînse în vase speciale, numite „florentine", unde produsele distilării se separă datorită diferenței lor de densitate. Procedeul este asemănător cu acela ce are loc în alambicurile de preparat țuica. El este folosit pentru extragerea multor esențe, cum ar fi : esența de trandafiri, de levănțică, flori de portocal, iasomie etc.

Cînd esențele de extras sînt foarte delicate și nu suportă o temperatură ridicată, distilarea se face în vid. Fierberea directă a materialului mirositor cu apa nu se folosește decît atunci cînd se prelucrează scorțișoară, cuișoare, coajă de portocal etc., ale căror esențe nu pot fi descompuse la temperatură ridicată și nu sînt nici influențate de contactul cu apa.

Cînd plantele au un conținut mic de uleiuri volatile sau cînd uleiurile își schimbă cu ușurință compoziția chimică sub acțiunea vaporilor de apă, chimistul nu mai folosește pentru extragerea lor antrenarea cu vapori de apă, ci extracția cu solvenți volatili. Ca să extragă industrial substanța mirositoare din flori, folosind acest procedeu, chimiștii trebuiau să descopere solvenți inodori și incolori. După mai multe cercetări ei au găsit o serie de solvenți organici, cum ar fi : alcoolul etilic, benzina, uleiul de petrol, alcoolul metilic etc., care folosiți rațional dau rezultate foarte bune. Cei mai utilizați solvenți sînt eterul de petrol (pentru flori), benzina (pentru obținerea rășinilor), alcoolul etc.

Extragerea uleiului volatil cu ajutorul eterului de petrol se face prin epuizarea florilor și prelucrarea extractului. Aparatele folosite pentru epuizarea florilor, adică pentru extragerea uleiului brut din flori, pot varia în amănuntele construcției, dar principiul este întotdeauna același. Astfel, ele sînt niște cazane mari, în care florile — așezate în coșuri perforate — vin în contact cu eterul de petrol. Acesta extrage uleiul volatil, formînd o soluție numită miscelă. Miscela este apoi trecută în separatoare speciale de apă, după care

e uscată cu sulfat de sodiu calcinat și filtrată. Îndepărtînd prin distilare circa 80% din solvent, se obține un extract concentrat care, redistilat, de astă dată în vid, dă „uleiul concret" sau „concretul" — substanță semisolidă sau solidă. In afara uleiului volatil, ea conține: rășini, ceruri, grăsimi și diferite alte substanțe. Cînd vrem să obținem uleiul volatil pur, sau cum se mai numește „extractul de flori" în stare pură, se tratează „concretul" cu alcoolul. Acesta dizolvă numai uleiul, lăsînd neatinse celelalte substanțe. Distilînd soluția alcoolică la o presiune redusă, alcoolul pleacă din soluție, fiind recuperat, și lasă în schimb substanța puternic mirositoare — esența — din care prin diluare cu alcool se obține parfumul.

Solvenții grași nevolatili, adică grăsimile, și-au dat și ei aportul la extragerea uleiurilor din flori. Metoda aceasta se bazează pe proprietatea substanțelor grase de a absorbi vaporii uleiurilor volatile. Ea se aplică florilor ca iasomia și tuberoza, ale căror funcțiuni biologice continuă și după recoltarea lor.

Dintre toate metodele de extracție, aceasta dă produsele cele mai fine și mai delicate; în schimb, este destul de înceată și costisitoare. Iată cum se face extracția cu solvenți nevolatili: Pe niște rame de lemn se prind plăci de sticlă, iar pe plăci se întind straturi de grăsime de 2—3 mm grosime. Peste plăcile astfel preparate se întind flori proaspete, apoi plăcile se pun una peste alta, în așa fel încît florile să se găsească închise între două straturi de grăsime. Se lasă totul liniștit un timp oarecare. Cînd timpul stabilit a trecut, florile sînt îndepărtate și înlocuite cu altele proaspete. In general florile sînt schimbate de cîteva zeci de ori. Se obține în acest fel un corp gras, frumos mirositor, numit pomadă.

Chimiștii au avut mult de furcă pentru punerea la punct a acestei metode, deoarece finețea uleiurilor volatile depinde de calitatea grăsimii întrebuințate. După multe încercări, ei s-au oprit asupra unui amestec format din două părți grăsime de porc și o parte seu

— substanțe care sînt în prealabil perfect purificate și tratate special ca să se evite rîncezirea.

Din pomadă uleiurile volatile sînt extrase cu ajutorul alcoolului. Acesta dizolvă numai uleiul, nu și grăsimea. Evaporînd apoi alcoolul se obține esența pură.

Dar nu numai grăsimile pot fi folosite pentru extragerea uleiurilor volatile. Se știe că unele substanțe poroase pot adsorbi mari cantități de gaze sau vapori. Așa este, de pildă, cărbunele activat și silicogelul. Plecînd de aici, chimiștii au ajuns la concluzia că aceste substanțe pot înlocui grăsimile. Așa a apărut metoda de lucru cu adsorbanți solizi. Practic, ea constă în a așeza florile pe niște rame cu plase deasupra adsorbantului — cărbune activat sau silicogel. Punînd ramele unele peste altele se formează niște dulapuri închise ermetic, care nu dau voie uleiului volatil să se răspîndească în aer. Dacă se înlocuiesc din cînd în cînd florile prin altele proaspete, adsorbantul se saturează. Acum, extrăgînd uleiul cu alcool și supunînd soluția alcoolică unei distilări, se obține uleiul volatil absolut pur — esența mirositoare a plantei.

Chimiștii la lucru

Știm că uleiurile volatile sînt amestecuri complexe de corpuri organice, dintre care unele au fost izolate în stare pură numai de curînd. Cînd le-au cunoscut compoziția chimică, chimiștii au și trecut la prepararea lor pe cale artificială. Primele esențe preparate în laborator au fost esența de gaultheria (salicilatul de metil) și esența de migdale amare (aldehida benzoică). Acesta a fost doar începutul. Curînd au urmat o serie nesfîrșită de sinteze, ajungîndu-se să se obțină în laborator aproape toate substanțele naturale găsite în uleiurile parfumate, ba chiar s-au produs unele ce nici nu există în natură. Chimia păși triumfal și în acest domeniu, la fel cum păși și în

multe altele. Se lua acum la întrecere cu natura, căutînd să producă parfumuri mai fine și mai persistente decît cele oferite de plante.

Afară de substanțele mirositoare preparate în întregime de chimist prin sinteză, există și unele care formează — pentru a spune astfel — trecerea între parfumul natural și produsul chimic de sinteză. Ele se obțin prin extragerea uleiului volatil dintr-o plantă și prin amestecarea ulterioară cu diferiți alți compuși naturali sau sintetici, în așa fel încît să se obțină un parfum cu o valoare mult superioară celui natural și al cărui înlocuitor este. Iată un exemplu. Esența de trandafir are drept principali constituienți : geraniolul, citronelolul, alcoolul feniletilic și nerolul. Geraniolul se extrage din uleiul de citronela Java, din esența de palmarosa etc. Citronelolul se obține pornind de la esența de citronel. Alcoolul feniletilic este preparat prin sinteză, iar nerolul tratînd chimic fie geraniolul, fie apa de flori de portocal. Vedem, deci, că este posibilă fabricarea esenței de trandafiri pe cale artificială, pornind de la substanțe naturale sau sintetice, amestecate, bineînțeles, cu mare dibăcie.

Dar nu numai esența de trandafiri poate fi creată în laborator din substanțe naturale, prin intervenția chimistului. Citronelul folosește drept materie primă pentru fabricarea unui produs de bază din care se capătă parfumul de lăcrămioare. Coriandrul, plantă aromatică utilizată în industria alimentară, furnizează chimistului acetatul de linalil, substanță cu miros de bergamote și de levănțică. Uleiul roșu de camfor îi pune la dispoziție safronul, folosit la sinteza etil-vanilinei, produs de patru ori mai mirositor decît vanilina naturală. Iată cîteva din realizările chimiei moderne.

In felul acesta chimiștii au reușit să valorifice mai bine esențele naturale extrase din plante. Pornind de la produși naturali, ei reușesc astăzi să creeze în eprubetă uleiuri volatile mai ieftine, și uneori mai bune chiar decît cele fabricate în laboratorul naturii.

Descoperirea lui Kirhoff

Pe vremea cînd apăreau primele fabrici de zahăr din sfeclă, chimia se dezvolta cu paşi uriaşi. Printre produsele care stîrneau interesul celor ce mînuiau cu îndemînare balanţa şi eprubeta se afla şi zahărul. „Ce e el ? Cum îl fabrică planta ?“ erau întrebări la care, pe atunci, nu se putea răspunde uşor. Pe la sfîrşitul secolului al XVIII-lea chimiştii demonstrează că zahărul de trestie este identic cu zahărul din sfeclă, mult mai uşor accesibil ţărilor depărtate de brîul cald al Pămîntului.

Cercetîndu-se conţinutul fructelor, s-a constatat că ele nu sînt dulci datorită zahărului obişnuit — zaharozei — ci unei substanţe mai puţin dulci numită glucoză. Dar asta nu este totul. S-a mai observat că în multe plante, alături de glucoză, se găseşte şi o substanţă albă, fără gust — amidonul. Ce legătură poate fi între ele ?

Spuneam în alt capitol că una dintre primele substanţe sintetizată în plantă este glucoza, iar amidonul

Glucoza se obţine din amidon.

rezultă din condensarea ei. Deci, din amidon, printr-o operație adecvată, se poate reveni la glucoză. Dar în urmă cu aproape 150 de ani nimeni nu știa asta. Primul om care a descoperit că amidonul se poate transforma în glucoză, și a demonstrat totodată cum poate fi ea obținută, a fost chimistul rus K. S. Kirhoff. In anul 1811 lumea științifică a fost impresionată de știrea venită din Petersburg, care anunța că acest savant a reușit să obțină glucoză tratînd amidonul cu acid sulfuric diluat. Din 100 de părți amidon Kirhoff obținuse 75 părți de glugoză sub formă de pudră albă.

Cu timpul descoperirea lui Kirhoff căpătă o mare importanță, pentru că punea la dispoziția idustriei mari cantități de glucoză — substanță ce putea înlocui în multe domenii zahărul. Mai mult, glucoza putea fi transformată și în alcool, prin fermentare cu drojdie de bere. Așa se făcu că hidroliza totală a amidonului — așa se numește procesul prin care amidonul e transformat în glucoză — deveni o însemnată operație a industriei chimice. Aceasta cu atît mai mult cu cît amidonul poate fi obținut în cantități mari din materiale vegetale, în special cereale și cartofi.

Să vedem cum se extrage amidonul din cereale și cum este transformat în glucoză. Pentru aceasta să urmărim fazele procesului de obținere a amidonului din porumb și apoi pe cele ce duc de la amidon la glucoză.

Porumbul este inițial curățat în aparate speciale de toate corpurile străine, este cîntărit în cîntare automate și muiat în acid sulfuros. După înmuiere este spălat cu apă curată și dus la degerminator, un aparat care fărîmă boabele și, totodată, desparte embrionul de amidon.

In ultimul timp apele rezultate de la spălarea porumbului nu se mai aruncă, ci sînt folosite la prepararea mediilor de cultură în fabricarea penicilinei. Despărțirea embrionului de amidon este absolut necesară, pentru că el îngreunează fabricarea amidonului, prin substanțele grase și cleioase ce le cuprind. Embrionii extrași din boabele de porumb nu sînt nici ei aruncați,

deoarece constituie un bun material pentru fabricarea uleiului de porumb.

Sfărîmăturile de porumb trec mai departe pe un jgheab orizontal, unde cu ajutorul apei sînt îndepărtate ultimele resturi de germeni. În continuare amestecul de porumb și apă ajunge la o moară. Aici porumbul este măcinat și transformat într-un terci subțire. Masa obținută, după ce mai suferă cîteva operații, trece mai departe peste o sită de mătase, în timp ce aceasta este stropită continuu și din belșug cu apă. Sita, avînd ochiurile foarte mici, lasă să treacă prin ea numai grăunții de amidon. În felul acesta amidonul se separă de borhotul de porumb, care presat și uscat constituie o hrană consistentă pentru vite.

Amidonul, sub forma unui lapte (rețineți că amidonul nu este dizolvat în apă, ci e numai amestecat cu ea!), este luat apoi de o pompă, supus altor operații, și lăsat să se scurgă pe niște jgheaburi puțin înclinate. Aici „laptele" se împrăștie uniform, iar amidonul începe să se depună pe fundul jgheaburilor.

Amidonul poate fi folosit fie în stare umedă, bunăoară pentru fabricarea glucozei, fie se usucă și se ambalează pentru a fi transportat acolo unde este nevoie de el.

Să nu credeți însă că porumbul este singura sursă de amidon. Nicidecum. Chimia a găsit și alte surse bogate în acest material, pe care le-a valorificat. Pentru fabricarea lui se pot folosi cartofi, precum și alte cereale. În ultimul timp amidonul a fost scos chiar din castane sălbatice și rizomi de stuf!

Fabricarea industrială a glucozei — una din cele mai importante industrii din complexul industriilor alimentare — cuprinde trei mari operații: zaharificarea amidonului, purificarea glucozei obținute și concentrarea soluției de glucoză.

Amidonul adus în fabrică este mai întîi amestecat cu o cantitate de apă, apoi laptele de amidon se introduce într-un cazan numit zaharificator (autoclavă), unde de asemenea se găsește apă încălzită la fierbere, împreună cu puțin acid sulfuric sau acid clorhidric care

înlesnesc hidroliza. Cînd zaharificatorul s-a umplut, e închis ermetic și încălzit. Operatorii-chimiști supraveghează acum zaharificatorul cu ajutorul manometrelor și al termometrelor, pentru ca procesul de hidroliză să se desfășoare în bune condiții.

Hidroliza durează un anumit timp. Amidonul, sub influența acidului și a căldurii, se transformă treptat în dextrină [1], apoi în glucoză. Sfîrșitul procesului de hidroliză este urmărit atent de chimiști, printr-o serie de analize minuțioase. Cînd hidroliza amidonului este încheiată, se obține o soluție dulceagă. Ea nu poate fi încă folosită, deoarece conține o cantitate apreciabilă de acid. Acesta se înlătură prin neutralizare. După această operație soluția de glucoză e însă tulbure, fiind impurificată de o serie de corpuri străine. Ele sînt îndepărtate prin filtrare.

A filtra un lichid tulbure înseamnă a-l face să treacă printr-un corp poros, cu porii mai mici decît impuritățile. Drept corp poros se folosește pînza de in, de bumbac sau de iută. Dar dacă am încerca să filtrăm o soluție tulbure printr-o astfel de pînză, am constata că la început lichidul trece încă tulbure, și abia mai tîrziu din ce în ce mai limpede. De ce ? Pentru că multe din impuritățile lichidului sînt mai mici decît porii pînzei, așa că-i pot străbate cu ușurință. După un timp însă porii pînzei sînt astupați parțial și canalele lor se îngustează. Acum impuritățile nu mai pot trece nici ele, lichidul curge limpede, filtrat. Iată, dar, că asistăm la un fenomen ciudat : impuritățile filtrează lichidul ! Ele sînt agentul filtrant, pînza nefiind altceva decît suportul lor !

Soluția filtrată este strînsă într-un rezervor ; acum e limpede și puțin gălbuie, ca un ceai slab, dulce, fără nici un miros. Urmează concentrarea. Ea are drept scop obținerea siropului de glucoză sau, după alte operații, a glucozei solide. Concentrarea se face, ca și în cazul zahărului, în instalații speciale numite stații

[1] Dextrina este o substanță cu aceeași compoziție chimică ca a amidonului, dar e solubilă în apă.

de evaporație. Instalațiile acestea de concentrare, utilizate în fabricile de glucoză, sînt de mai multe feluri. Toate folosesc însă aburul pentru încălzire, și funcționează după același principiu : mai multe fierbătoare sînt legate între ele, iar aburul introdus în primul fierbător (pentru a încălzi soluția de glucoză), numit abur fierbător, creează aici alți aburi — aburi fierți — care la rîndul lor sînt introduși în al doilea fierbător. În felul acesta aburul fiert dintr-un fierbător devine abur fierbător în următorul vas de concentrare. În primul fierbător soluția de glucoză este concentrată pînă se elimină o treime din apă și se transformă într-un sirop subțire. Acesta e trimis la un rezervor-colector, de unde siropul merge la stația de decolorare cu cărbune activat. Filtrat din nou, siropul devine limpede și curat.

După decolorare cu cărbune activat și filtrare, produsul intră în al doilea fierbător, unde are loc concentrarea lui pînă la consistența unui sirop gros. El poate fi folosit ca atare sau e prelucrat mai departe în glucoză solidă.

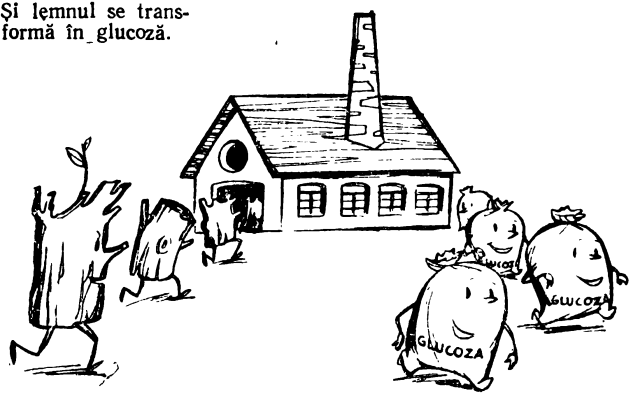
Astăzi, așa cum am mai spus, glucoza este un produs deosebit de important pentru industria chimică, industria textilă, industria chimico-farmaceutică, industria alimentară etc. De aceea industria de amidon și glucoză a luat la noi în țară o mare dezvoltare, ridicîndu-se noi unități industriale și modernizîndu-se cele existente. Așa se explică de ce nu mai sîntem tributari importului, ba mai mult putem chiar exporta produse ce au la bază amidonul și glucoza.

Obținerea marilor cantități de glucoză necesare industriei constituie un mare succes al chimiei, care a reușit să valorifice sub o formă mai înaltă enormele resurse vegetale ale globului.

Zahăr din... lemn !

Experiențele cercetătorului rus K. S. Kirhoff au atras atenția și altor chimiști asupra variatului material vegetal pus la dispoziție de natură. Puțin mai

Şi lemnul se transformă în glucoză.



tîrziu, urmîndu-i exemplul, chimistul francez J. Braconnot fierbe rumeguş cu acid sulfuric şi obţine un suc dulce ; Braconnot reuşise să hidrolizeze celuloza din lemn. In felul acesta principiul fabricării „zahărului" din lemn, adică a glucozei, era descoperit.

Dar de la principiu şi pînă la realizarea industrială e cale lungă. „Zahărul" din lemn nu putea concura pe cel din trestie, iar industriile chimice nu simţeau încă nevoia de mari cantităţi de glucoză, aşa că n-a fost creată pînă la primul război mondial nici o întreprindere mare pe baza noului procedeu. Necesitatea fabricării diverselor produse chimice i-a făcut pe beligeranţi să înalţe uzine, unde au exploatat descoperirile lui Kirhoff şi Braconnot. Cum procedeele tehnologice nu erau puse la punct, noile întreprinderi aveau o producţie scăzută. De aceea ele au fost închise imediat ce s-a revenit la condiţii economice normale. Eşecul primelor întreprinderi n-a descurajat însă pe chimişti. Ei au continuat să lucreze în această direcţie şi au reuşit pînă la urmă să pună la punct mai multe procedee industriale.

Am vorbit pînă acum mereu despre hidroliză. Dar ce este ea din punct de vedere chimic ? Este desfacerea unui compus în componentele ce-l formează, prin adiţia

ionilor apei. Reacția de hidroliză este catalizată de acizi sau de baze ; în cazul hidrolizei acide acționează ionii de hidrogen, iar în cazul hidrolizei bazice — ionii metalici și ionii oxidril.

Hidroliza lemnului reprezintă procesul chimic suferit de materialul lemnos, cînd asupra lui acționează soluții diluate sau concentrate de acizi sau alte substanțe chimice. In urma hidrolizei se obțin din punct de vedere chimic substanțe mai simple decît cele inițiale, care pot fi separate și folosite în diverse scopuri. Prin acest proces celuloza este transformată în glucoză.

Operația de bază la fabricarea glucozei din lemn constă în desfacerea edificiului uriaș al moleculei de celuloză pînă la moleculele mititele de glucoză. Lucrul nu este atît de simplu pe cît pare la prima vedere, pentru că sînt necesare instalații speciale de mari dimensiuni, ce trebuie sever supravegheate.

Dintre cele mai importante procedee folosite pentru hidroliza lemnului, amintim pe ale lui : Bergius, Giordani-Leone, Scholler și Madison. Procedeele Scholler și Madison folosesc acizi minerali diluați, la temperatură și presiune ridicată, în timp ce procedeele Bergius și Giordani-Leone întrebuințează acizi minerali concentrați, la o temperatură mai scăzută.

In cazul hidrolizei cu acizi diluați se acționează asupra lemnului fărîmițat cu un acid mineral diluat. Ca rezultat al reacției se obține o soluție diluată numită hidrolizat, și un reziduu — lignina tehnică. Soluția cuprinde acidul care a catalizat reacția, precum și toate celelalte substanțe născute în timpul hidrolizei. In practică, zaharificarea lemnului, cum mai e numit procesul de hidroliză, are loc la o temperatură de 200°C și la o presiune ce merge pînă la 15 atmosfere, în prezența acidului sulfuric diluat. Aparatura lucrează, deci, în condiții deosebit de aspre, și puține materiale de construcție le pot face față cu succes. De aceea pentru construcția zaharificatorului — a aparatului unde acidul transformă celuloza în glucoză — se folosesc materiale anticorozive, rezistente la acizi :

oțeluri de calitate superioară, plumb, plăci termoizolatoare etc.

Fabrica de „zahăr din lemn", spre deosebire de alte fabrici unde se prelucrează lemnul, folosește acest material sub formă de rumeguș, talaj sau deșeuri de lemn. Cînd se aduc în fabrică lemne, acestea sînt sfărîmate într-o mașină specială, iar așchiile pornesc pe o bandă rulantă, ca pe o cărare, pînă-n pîntecul zaharificatorului. Procesul durează vreo 10—11 ore. Soluția obținută este neutralizată, trecută printr-un filtru, răcită și apoi îndreptată spre noi prelucrări. Din ea nu se fabrică însă glucoză solidă, deoarece are o concentrație slabă. De aceea este folosită drept mediu de fermentație pentru fabricarea alcoolului etilic și a drojdiei de bere.

Cum putea fi fabricată, în mod rentabil, glucoza solidă ? Folosind acizii concentrați. La primele încercări industriale s-a utilizat drept agent hidrolitic acidul sulfuric concentrat. Rezultatele au deziluzionat : procedeul se arăta nerentabil pentru a fi aplicat pe scară industrială, datorită consumului exagerat de acid.

Căutînd să-l facă rentabil pentru marea industrie, chimistul Bergius înlocuiește acidul sulfuric cu acid clorhidric concentrat. Acesta fiind gazos putea fi recuperat. Dar nici inovația asta n-a dat rezultatele așteptate. Din cauza slăbirii concentrației acidului se căpătau hidrolizate cu numai 6% zahăr reducător. S-a introdus atunci principiul contracurentului. Așa s-a evitat slăbirea concentrației acidului, iar procentul de zahăr reducător a crescut în hidrolizat de la 6% la 65%. Soluția dulce era apoi diluată cu apă și trecută în inversor — aparat în care zaharurile mai complicate se transformă în zaharuri simple de tipul glucozei (monozaharide). In continuare, după mai multe operații, hidrolizatul era prelucrat în glucoză cristalizată sau într-o soluție dulce, menită industriei fermentative.

Dar nici procedeul lui Bergius nu s-a dovedit prea rentabil, deoarece consuma mult acid și abur, iar procesul tehnologic era destul de complicat. Oamenii de

știință sovietici au găsit însă o soluție pentru a-i înlătura dezavantajele. Ei au reluat cercetările cu acid sulfuric concentrat, care nu dăduseră rezultate din cauza dificultăților legate de regenerarea acidului.

In acest sens chimiștii sovietici au procedat foarte simplu, încercînd să recupereze, într-un fel, acidul sulfuric. Mai precis, ei au rezolvat problema combinînd hidroliza lemnului cu fabricarea superfosfatului sau a fosfatului de amoniu — substanțe întrebuințate drept îngrășăminte chimice. Cum se realizează acest lucru? După ce hidrolizează lemnul, acidul sulfuric este folosit la descompunerea apatitelor (combinații ale acidului fosforic cu calciul), pe care le trece în fosfați de calciu. Filtrînd soluția rămasă după precipitarea fosfaților, se capătă o zeamă dulce ce poate fi prelucrată mai departe în glucoză cristalizată etc. Astfel cercetătorii sovietici au fabricat glucoză cristalizată cu aparatură și consumuri de materii prime mai mici decît în procedeul propus de Bergius.

Desigur că acestea n-au fost singurele căi folosite de oamenii de știință ca să transforme uriașa moleculă a celulozei în molecule-pitici de glucoză. Printre nenumăratele procedee propuse, merită atenție cel prezentat de Scholler, numit „procedeu de zaharificare a lemnului prin precolare continuu", și „procedeul hidrolizei continue" perfecționat în U.R.S.S.

Astăzi hidroliza lemnului are o importanță deosebită pentru industria chimică, pentru că economisește cantități enorme de materii prime comestibile, cum sînt cartofii și cerealele. In afara lor sînt supuse hdrolizei și deșeurile agricole: paiele, cocenii de porumb, cojile de semințe de bumbac și floarea-soarelui, precum și stufui. Prin hidroliză ele duc la furfurol și xiloză. Xiloza cristalizată este un produs foarte prețios, cu nimic mai puțin dulce decît zaharoza, așa că poate fi folosită în industria alimentară pentru prepararea prăjiturilor, a compoturilor, a siropurilor de fructe, a înghețatei etc. Dar astea nu sînt toate „darurile" xilozei. In contact cu diferite substanțe organice, cu anilina de pildă, formează rășini artifi-

ciale utilizabile în industria lacurilor anticorozive și a maselor plastice. Apoi, xiloza poate fi și ea fermentată de diferite microorganisme, dînd acetonă, alcool butilic și etilic.

Fire nevăzute

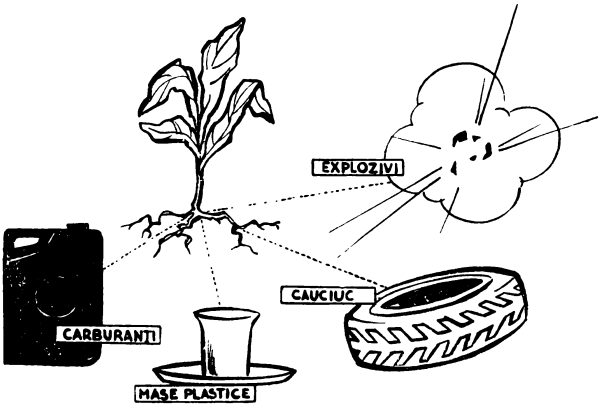
Există vreo legătură între plante și cauciuc sintetic, nylon, perlon, capron, diverse mase plastice, carburanți sintetici, lacuri, dinamită ? S-ar părea că nici una. Totuși fire nevăzute leagă aceste produse de material vegetal.

Hidroliza substanțelor vegetale — a amidonului din cartofi și cereale, a celulozei și hemicelulozelor din lemn și deșeuri vegetale agricole — duce, așa cum am văzut, la substanțe fermentescibile, la glucoză, xiloză, arabinoză și alte monozaharide. Există, însă, vreo apropiere între aceste substanțe și cauciucul sintetic ? Nici una. Mai precis, încă nu este.

Fără îndoială că legăturile nevăzute dintre cauciuc și glucoză ar fi rămas, desigur, multă vreme necunoscute, dacă nu s-ar fi dovedit că alcoolul etilic poate fi transformat în multcăutatul material plastic.

Ca să fabrice alcool etilic din hidrolizatul vegetal, chimiștii n-au avut decît să apeleze la microscopica plantă unicelulară numită popular drojdie de bere, iar științific Sacharomices cerevisae. Dar hidroliza urmată de fermentarea alcoolică nu pune la dispoziția chimistului numai alcoolul etilic, ci și alte produse la fel de importante. Iată, de pildă, ce „daruri" oferă o tonă de lemn de conifere : 151 kg alcool etilic, 110—115 kg bioxid de carbon lichid, 20—22 kg furfurol, 50 kg drojdie uscată, 3,5 kg alcool metilic, 15 kg terebentină, iar ca deșeu 300—350 kg de lignină (astăzi chimia i-a găsit și ei întrebuințări).

Să ne oprim puțin asupra produselor arătate mai sus, revenind totodată și la cauciucul sintetic. Am preparat alcoolul etilic din produse vegetale. Dar e



Din plante se obțin felurite produse.

posibilă oare fabricarea cauciucului din el ? Răspunsul l-a dat savantul sovietic S. V. Lebedev, care a reușit să transforme alcoolul în divinil și apoi să-l polimerizeze pe acesta pînă la cauciuc sintetic.

Dar alcoolul etilic are însă întrebuințări mult mai largi. Am putea spune, fără exagerare, că industria organică de sinteză nu poate lucra fără el. Și asta pe bună dreptate, căci în lipsa lui nu se pot prepara coloranți, medicamente, mase plastice, fibre sintetice și artificiale etc. Iată cît de important este procesul de zaharificare și fermentare alcoolică a produselor vegetale. Asta cu atît mai mult, cu cît pe lîngă alcool etilic se mai produc în timpul fermentării și alte substanțe. Care sînt ele, am văzut. Acum să urmărim ce se poate face din ele, ce perspective deschid ele valorificării materialului vegetal pe cale chimică.

In timpul fermentării soluției dulci ia naștere o mare cantitate de bioxid de carbon. Acesta are diverse utilizări, fiind folosit fie sub formă solidă, de gheață uscată, la diferite amestecuri răcitoare în industria alimentară, fie drept materie primă de bază în in-

dustria chimică. Nu trebuie uitat că soda de rufe (carbonatul de sodiu) se fabrică azi prin metoda Solvay, care folosește cantități enorme de bioxid de carbon. Apoi, ați uitat probabil de gazul ce silește apa să țîșnească din sticla sifonului? El este tot bioxid de carbon. Dar de ploaia artificială ați auzit? Tot bioxidului de carbon i se datorește realizarea!

Cînd fermentația încetează microorganismele ce au determinat-o pot fi separate, obținîndu-se fie drojdia alimentară, fie drojdia furajeră — material ideal pentru hrana vitelor, deoarece conține cantități mari de substanțe nutritive, vitamine, săruri etc.

Dar alcoolul metilic, furfurolul, terebentina și lignina? Acestea sînt substanțe la fel de apreciate. Importanța alcoolului metilic este aproape la fel de mare ca și a alcoolului etilic. Pe lîngă faptul că e un bun carburant și un apreciat solvent în industria lacurilor, alcoolul metilic constituie, mai presus de toate, o importantă materie primă. Trecut prin niște instalații speciale, în prezența unor catalizatori, el se transformă în aldehidă formică — un constituient principal al maselor plastice de tipul uree-aldehidă formică.

Terebentina nu poate lipsi din industria ce fabrică lacuri și vopsele. Ba nici din cea de parfumuri și medicamente! Furfurolul e o substanță chimică de mare viitor; despre el, însă, vom mai vorbi. Lignina, care pînă mai ieri era un deșeu, începe să fie valorificată. Capitolul „Asaltul ligninei" din această carte îi este închinat în întregime. Materie primă a cărbunilor activați, ea formează, de asemenea, sub formă de brichete, un combustibil apreciat. Prin oxidare dă naștere la acizii: acetic, formic, oxalic și succinic. Prin reducere formează numeroase hidrocarburi, iar prin diverse operații chimice chiar vanilină, substanță frumos mirositoare, folosită la orice prăjitură.

Intrebuințînd alte microorganisme în locul drojdiei de bere, sucul dulce oferă: acenonă, butanol, acizi grași, acid lactic, citric, acetic etc. Iar în prezența sulfitului de sodiu, o parte însemnată din substanțele

dulci ale hidrolizatului, sub acțiunea unui anumit ferment, se transformă în glicerină.

Iată cîte substanțe chimice se pot fabrica pornind de la hidroliza produselor vegetale. Toate acestea sînt legate cu fire nevăzute de nenumărate produse întîlnite zilnic. Chimia ne înarmează însă cu multe cunoștințe care ne permit să vedem din zi în zi tot mai clar aceste legături dintre plante și bunurile de larg consum.

Benzenul în pericol?

Anul 1832 a scos la iveală, din sacul fără fund al naturii, încă o substanță chimică numită mai tîrziu furfurol. Ca orice produs nou-născut, furfurolul n-a căpătat la început nici o întrebuințare, ci etichetat și trecut în catastifele chimiștilor a așteptat aproape un secol pînă ce și-a făcut și el un drum în lume.

Așteptarea nu i-a fost însă zadarnică. După primele întrebuințări, oamenii de știință și-au dat seama că au în față o substanță deosebit de importantă pentru industria chimică de sinteză. Într-adevăr, furfurolul, datorită calităților sale, a devenit un adversar de temut la titlul de campion al produselor chimice, titlu deținut pînă mai ieri cu autoritate de benzen.

Să vedem cine este noul adversar al benzenului. Furfurolul[1], pe numele său chimic 2-formil-furanol, este un lichid incolor. Mirosul său e plăcut, ca al aldehidelor aromatice. Fierbe la 161°C. În relațiile sale chimice se aseamănă cu aldehida benzoică. Prin oxidare trece în acid piromucic, iar prin reducere, în furfur-alcool. Acestea nu sînt, însă, singurele reacții importante ale furfuroului. Privindu-i formula, se poate constata că nu-i o substanță prea complicată.

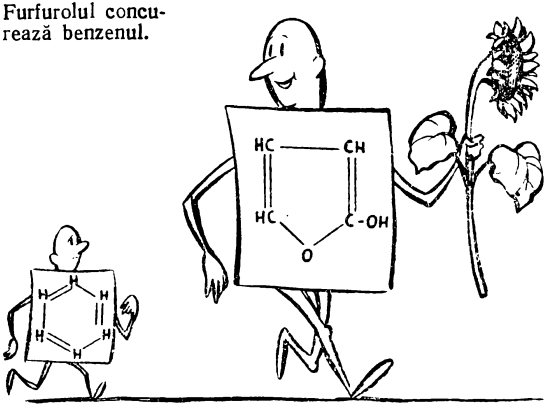
[1] Numele de furfurol vine de la latinescul „furfur", care înseamnă tărîțe — aceasta fiind una din materiile prime din care poate fi fabricat.

Totuşi, pentru obţinerea lui a fost nevoie să intervină chimia şi plantele.

Vă veţi întreba, desigur, ce legătură poate fi între plante şi furfurol ? Una foarte strînsă, pentru că interesanta substanţă se obţine prin prelucrarea plantelor. Din bogatul material vegetal pus de natură la dispoziţia sa, chimistul s-a oprit asupra unor resturi. E vorba despre tulpinile de porumb, cojile de sămînţă de floarea-soarelui şi de bumbac, pleava de ovăz şi de orez, cocenii de porumb, sîmburii de prune etc. Dar ce cuprind plantele de pot da naştere furfurolului ? Am aflat din capitolele precedente că în constituţia lor se găsesc şi hemiceluloze. Şi printre ele se află pentozani — substanţe chimice înrudite cu zaharurile.

De la pentozani pînă la furfurol drumul trece prin eprubeta chimistului, care apelează la vechea noastră cunoştinţă... hidroliza. Ea transformă pentozanii în pentoze şi mai departe în furfurol. Din fiecare moleculă de pentoză, prin pierderea a trei molecule de apă, se formează o nouă moleculă de substanţă.

Prepararea furfurolului la noi în ţară a început recent, în anul 1949. Se ştia de mult că deşeurile de la



Furfurolul concurează benzenul.

fabricarea uleiului din floarea-soarelui — cojile — pot fi transformate în furfurol. Pentru regimul burghezo-moșieresc lucrul acesta n-avea importanță ; furfurolul necesar slabei noastre industrii chimice se importa. De aceea în curțile fabricilor de uleiuri se adunau mari cantități de coji. Așa că administrațiile fabricilor erau mulțumite cînd cetățenii veneau să le ia pentru foc. De unde puteau ști acești oameni că ardeau un produs prețios, o materie primă din care se putea fabrica un solvent apreciat, mase plastice, fibre sintetice, medicamente, fungicide !

Starea asta a durat pînă în ziua cînd tehnicienii și inginerii unei fabrici de uleiuri din București — datorită condițiilor nou create — au pus la punct o instalație specială pentru fabricarea furfurolului. Cu aceasta cojile căpătară o întrebuințare mult mai înaltă.

Cum se desfășoară procesul tehnologic într-o asemenea instalație ? Cojile de floarea-soarelui sînt măcinate și introduse în niște autoclave, adică în niște căldări mari, închise ermetic. După încărcare se introduce acid sulfuric diluat, cu care are loc hidroliza pentozanilor, apoi abur supra-încălzit. Din cînd în cînd aburul părăsește autoclava, ducînd cu el produsele hidrolizei. Aburul scăpat din autoclave ajunge la o coloană de distilare, unde produsele antrenate se separă unele de altele. Astfel, în partea de jos a coloanei cade apa, acidul acetic, alcoolul metilic etc., în timp ce în partea superioară urcă vaporii de furfurol, de apă și ceva alcool metilic. Din condensatul obținut se separă apoi furfurolul brut. Acesta-i supus apoi unor noi prelucrări, pînă se capătă produsul pur.

Am prezentat, pe scurt, procesul tehnologic care nu-i de loc simplu. Dar valoarea produsului obținut merită oricîtă strădanie. Mai mult, fabricarea furfurolului pune la dispoziția industriei chimice încă o substanță aproape la fel de valoroasă — solventul 13 D. Acesta se extrage din leșiile reziduale și înlocuiește cu succes acetona.

Am văzut ce este furfurolul, care-i sînt proprietățile și cum se obține. Să ne oprim puțin asupra utilizărilor sale, deosebit de interesante. Furfurolul este solubil în apă, însă solubilitatea lui nu-i completă. Dacă-l amestecăm cu o cantitate de apă, se formează două straturi de lichid. În cel superior — „stratul apos" — se află apă și puțin furfurol, iar în cel inferior — „stratul furfurolic" — furfurol și puțină apă. Deci, cele două lichide nu se dizolvă complet unul într-altul.

O comportare asemănătoare are și cînd este amestecat cu ulei vegetal. În asemenea condiții el dizolvă numai anumite părți din uleiul vegetal, realizînd ceea ce în tehnică se numește „dizolvare selectivă", furfurolul fiind un „solvent selectiv". Datorită acestor calități este folosit astăzi pentru rafinarea uleiurilor. De exemplu, cu ajutorul furfurolului, din uleiul de soia se poate prepara un ulei comestibil și un ulei tehnic sicativ, utilizat în industria lacurilor și vopselelor.

Dacă ai întreba pe un mecanic care sînt defectele obișnuite ale uleiurilor lubrefiante, ți-ar răspunde: instabilitatea și variația vîscozității lor o dată cu creșterea temperaturii. Or, ele nu trebuie să prezinte asemenea defecte, deoarece cauzează motoarelor. Plantele și chimia au venit în ajutorul lor, bineînțeles, tot prin furfurol. Acesta dizolvă din produsul petrolifer componenții aromatici și olefinici, dăunători calităților lubrefiante ale uleiurilor. Calitățile furfurolului ca solvent selectiv nu se opresc aici. Uleiurile de turbină, de transformator, de avion, de răcitoare, de ficat de pește bogat în vitamina A etc. nu se pot lipsi de furfurol.

Furfurolul a găsit utilizări și în fabricarea cauciucului sintetic. Butadiena, principalul produs intermediar folosit la obținerea unui tip de cauciuc, se purifică tot cu el. Mai mult, transformînd furfurolul în hidrofuran, se poate ajunge la butadienă. Iată că baza

de materii prime a cauciucului sintetic s-a mai lărgit : elasticul material se poate fabrica și din cojile semințelor de floarea-soarelui ! Floarea-soarelui contra Hevea brasiliensis ! Să recunoaștem că este o mare realizare a chimiei !

Avîntul industriei furfurolului nu se datorește numai celor arătate mai sus. Ultimii zeci de ani au arătat că aromaticul produs poate fi și o apreciată materie primă pentru industria chimică de sinteză. Combinîndu-l cu fenol se capătă o masă plastică din familia fenoplastelor. Cu ureea duce la aminoplaste — mase plastice folosite la fabricarea farfuriilor, ceștilor, jucăriilor etc. Chiar relonul, nylonul, perlonul și capronul se pot produce, așa cum vom vedea, din furfurol !

Furfurolul reprezintă totodată și o materie primă pentru industria chimico-farmaceutică. Astfel, în anul 1944 chimiștii sovietici au sintetizat „nitrofuranul" — substanță cu puternice proprietăți bacteriostatice și cu o toxicitate scăzută, folosită împotriva tuberculozei. Cercetătorii sovietici au întrebuințat furfurolul și la fabricarea unor noi clase de anestezice numite „furocaine". De pildă, chimiștii A. L. Mendjoian și S. P. Zakrividoroga au sintetizat o substanță somniferă mai puternică decît luminalul.

In anul 1949 chimiștii romîni au preparat din furfurol, mercur și alte substanțe chimice un fungicid antimăluric. Tratat cu el, grîul de sămînță nu mai este atacat de ciuperca microscopică ce provoacă mălura. Industria coloranților n-a rămas nici ea pasivă la marșul triumfal al furfurolului. Folosit în locul benzaldehidei la prepararea verdelui malachit, furfurolul dă un colorant mai intens decît acesta.

Lista utilizărilor moderne a furfurolului nu s-a încheiat. Dar exemplele date sînt suficiente pentru a înțelege marea lui importanță. De aceea sîntem îndreptățiți să credem că în viitorii ani el va ajunge din urmă benzenul și, cine știe, poate să-l întreacă.

Descoperiri epocale

Cel care a observat pentru prima dată că laptele proaspăt muls se acrește peste cîteva zile a descoperit, fără voia sa și fără să-și dea seama, fermentația. El a deschis poarta ce poate duce spre cauciucul sintetic, mase plastice, fibre sintetice, solvenți, antibiotice, și multe, multe alte produse fabricate de chimist din cele mai variate materii prime.

Deși oamenii cunoșteau de mii de ani fenomene ca : transformarea mustului în vin, oțetirea vinului sau înăcrirea laptelui, totuși, pînă nu de mult nu se știa cum au loc aceste prefaceri. Faptul apare cu atît mai curios, cu cît cele trei fermentații amintite mai sus erau folosite în practică pe scară industrială. Lămurirea proceselor fermentative a fost posibilă abia după ce omul a pătruns mai adînc în vastul domeniu al lumii vegetale nevăzute, în lumea plantelor inferioare microscopice. Colțul vălului ce acoperea această lume a fost ridicat în 1675 de Antoni van Leeuwenhoeck din orășelul olandez Delft. Acesta descoperi, cu ajutorul unui microscop primitiv construit de el, că în apă trăiesc nenumărate ființe minuscule.

„— Nu e cu putință ! a exclamat el privind imaginea din cîmpul microscopului. Atîtea animale într-o picătură de apă ! Și noi bem o dată cu apa și aceste animale, aceste... bestii ? !“

Descoperirea făcută îi dădu lui Leeuwenhoeck mult de gîndit, dar, mai ales, de lucru. Olandezul cel curios începu acum să cerceteze toate apele ce-i cădeau în mînă: apa din fîntînă, apa din cana de pe masă, apa din canalele orășelului : în toate găsi ființe minuscule. Leeuwenhoeck, în aparență un bătrîn ursuz și ascuns, comunică minunatele lucruri văzute la microscop Societății Regale de Știință din Londra, ajungînd astfel la cunoștința întregii lumi științifice. De aici încolo nenumărați cercetători, aplecați asupra microscoapelor,

descoperă că multe boli se datoresc acestor ființe microscopice.

Cu toate progresele uimitoare ale microbiologiei, pînă acum 100 de ani nimeni nu bănuia că ar exista vreo legătură între microorganisme și procesele de fermentație. Cel ce avea să stabilească asemenea legături a fost vestitul savant francez Louis Pasteur.

Cu mult înaintea lui Pasteur, doctorul Jean Baptiste van Helmont amintise ceva și despre fermenți. Aceștia erau, după el, asemeni luminii, focului sau sunetului. Tot el împreună cu Sylvius de la Böe numesc gazul ce se degajă la fermentația vinului „gaz vinorum". Mai tîrziu, un francez pe nume Cagniard Latour descoperă că globulele de drojdie de bere sînt vii și că transformă substanța orezului în alcool. Mai mult despre legătura dintre fermenți și microorganisme nu se știa.

Întîmplarea a făcut ca geniul lui Pasteur să intervină pentru a lămuri, o dată pentru totdeauna, legătura între aceste două elemente. Iată cum s-au întîmplat lucrurile.

In orașul Lille trăia un fabricant de spirt care folosea sfecla de zahăr pentru obținerea arzătorului lichid. Distileria nu mergea însă prea bine, și adeseori patronul trebuia să constate, cu părere de rău, că sfecla supusă fermentației nu era bună decît de aruncat. Ceva nu era în regulă, și acest „ceva" îi producea mari pagube fabricantului. El se adresă lui Pasteur, pe atunci în vîrstă de numai 30 de ani, dar profesor universitar. Acesta acceptă să se ocupe de problemă, cu toate că în primul moment nu știa de unde să înceapă. Răspunsul pe care trebuia să-l dea era: din ce cauză, cîteodată, încetează fermentația?

După multe experiențe Pasteur descoperi că în probele luate din căzile unde fermentația nu se produce, se află acid lactic în loc de alcool etilic! Studiind la microscop lichidul, constată că în loc de drojdie de bere se dezvoltau aici niște bastonașe — bacili. Cu această descoperire au apărut și zorile unei noi științe: bacteriologia.

Acum lucrurile erau clare : bastonașele se dezvoltau în lichid împreună cu drojdiile, le ucideau pe acestea, și astfel în loc de alcool etilic se obținea acid lactic. Îi trebuiau însă dovezi, iar acestea nu întîrziară să apară după numai cîteva experiențe memorabile. Totodată Pasteur demonstrează că fermentația nu poate avea loc în lipsa microorganismelor.

Pasteur limpezise problema. Sau cel puțin așa credea el. Iată însă că o singură frază scrisă de marele Claude Bernard, creatorul fiziologiei moderne, și care spunea că zahărul se transformă în alcool datorită unei enzime conținute în drojdie, zdruncină din temelii teoria lui Pasteur. „Cum, adică — zicea el — e posibilă fermentația în absența drojdiilor ? Nu, lucrul acesta nu e posibil, și-l voi dovedi !“ Și, într-adevăr, Pasteur face această dovadă. Totuși Claude Bernard avusese dreptate. Chimistul german Eduard Büchner extrage din drojdie „zimaza“, enzima care transformă zahărul în alcool. Acum lucrurile erau clarificate : fermentația are loc numai în prezența microorganismelor, acestea dînd naștere enzimelor. La rîndul lor, enzimele duc la transformările chimice din mediul de cultură unde se dezvoltă microorganismele. Problema fermentației era, în sfîrșit, lămurită.

Să facem cunoștință cu enzimele

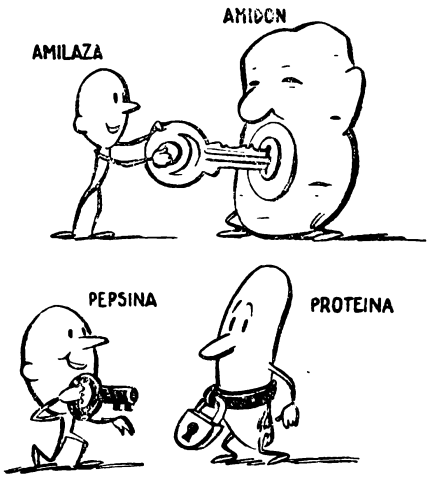
Personajele despre care vom vorbi acum sînt deosebit de importante. Ele sînt întîlnite peste tot în natură, acolo unde au loc prefaceri biochimice ale substanțelor organice. Iată cîteva exemple, care cuprind în sfera lor întreaga lume vie de pe pămînt : germinarea semințelor, asimilația clorofiliană, respirația plantelor, metabolismul din corpul animal, precum și multe alte procese folosite de om în vederea fabricării alcoolului, acidului acetic, acidului lactic, glicerinei, antibioticelor etc.

Dar ce sînt enzimele ? Sînt substanțe produse de celula vie, capabile să determine anumite procese prin

care iau naștere în mediul de fermentare produse chimice noi. În tot timpul proceselor enzima rămîne neschimbată. Totodată se observă că foarte mici cantități de enzimă produc transformarea unor cantități importante de substanță organică. Așa stînd lucrurile, adeseori enzimele au fost comparate cu catalizatorii, și pentru acest motiv au mai fost numite și biocatalizatori, adică catalizatorii vieții. De altfel, după descoperirea lor, enzimele au fost numite diastaze, apoi fermenți. Astăzi s-a adoptat însă denumirea de enzime.

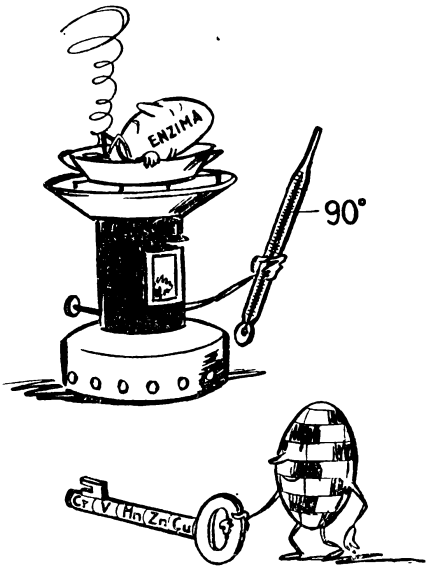
Substanța atacată de enzimă poartă numele de „substrat", iar procesul enzimatic este denumit prin adăugarea terminației „litic" la numele substratului. De pildă: „proteolitic" este procesul de transformare a proteinelor etc. Din punct de vedere chimic enzimele au o compoziție apropiată proteinelor.

Constituția chimică a enzimelor a permis biochimiștilor să le separe în cîteva mari categorii. Astfel, ei au separat enzime formate dintr-o proteină și un pigment de tipul heminei, care se găsește și în hemoglobina din sînge. O altă categorie de enzime o formează



Enzimele au specificitate.

Enzimele sînt distruse de temperaturi ridicate.



enzimele cu coenzime. Acestea sînt alcătuite prin unirea unei proteine specifice cu o substanță chimică activă. A treia categorie de enzime o constituie metaloenzimele. Ele rezultă prin combinarea unei proteine cu un metal (cupru, mangan, zinc). Cea de a patra categorie de enzime poartă numele de protoenzime și sînt formate numai din proteine. Partea proteică a enzimelor din primele trei categorii a fost numită de biochimiști suport coloidal sau „feron", iar partea neproteică — grupare activă sau „agon". Dar biochimiștii, dorind să pună puțină ordine în lumea enzimelor, le-au mai împărțit și în alte mari grupe. Nu ne vom ocupa însă de ele, deoarece fac obiectul unei științe foarte vaste.

Cum acționează enzimele ?

Am spus mai înainte că ele au însușiri de catalizatori. Acționează în cantități mici asupra unor cantități foarte mari de substanță organică supusă fermen-

tării. La fel ca și catalizatorii ele grăbesc producerea reacțiilor chimice. Uneori enzimele intră în mod direct și nemijlocit în unele reacții, formînd combinații chimice nestabile, intermediare, cu substanțele asupra cărora își exercită acțiunea. Deci, în primul moment al unei astfel de reacții are loc formarea unei combinații chimice nestabile între enzime și substanța asupra căreia acționează. Imediat, însă, combinația dintre enzimă și substanța (substrat) asupra căreia a acționat se desface, enzima se reface rezultînd produsul de reacție. Dar spre deosebire de catalizatorii obișnuiți (minerali), care pot acționa asupra celor mai variate substanțe, enzimele au o acțiune specifică. Aceasta înseamnă că ele au însușirea de a lucra totdeauna numai asupra unei substanțe. De exemplu, orice zahăr fermentescibil are enzima sa: lactoza-lactaza, zaharoza-zaharaza, maltoza-maltaza etc.

Nectarul viilor

Cînd mergi cu trenul sau cu mașina în sus, pe valea Oltului, spre Rîmnicul Vîlcea, treci pe la Drăgășani. Aici, de o parte și de alta a drumului, se întind pe sute de hectare plantațiile de vii. Aceeași priveliște ai să găsești și în alte părți ale patriei noastre: la Cotnar, Panciu, Odobești, Murfatlar, pe valea Tîrnavei, pe Dealul Mare, și ici-colo, în mai toate locurile, la cîmpie sau la deal, în jurul așezărilor omenești. De aici se trimit în toate regiunile țării vinuri alese, a căror faimă a trecut de mult granița.

Dar ce este vinul? O întrebare banală, veți spune, și pe bună dreptate. Asta, fiindcă azi toată lumea știe că vinul este produsul rezultat în urma fermentării alcoolice a mustului. Iată însă și o întrebare mai puțin banală: de cît timp cunoaște omul vița de vie și, respectiv, vinul? Desigur că acum răspunsul nu mai e atît de ușor de dat.

Nimeni nu cunoaște precis locul de origine a viței de vie, a plantei „Vitis vinifera" — cum îi spun bota-

niștii. Cu toate acestea este indiscutabil că viţa se simte „ca la ea acasă" în Asia de Sud, Transcaucazia şi Europa. Să fie ea originară din aceste locuri ? Se poate. Cele mai vechi urme ale viţei de vie în Europa au fost găsite în locuinţele lacustre ale omului preistoric.

Vinul era foarte apreciat de popoarele antice : asirienii, babilonienii, perşii, egiptenii, grecii. Grecii au dus cultura viţei de vie pînă în sudul Franţei. Romanii, ocupînd această regiune, găseau că, într-adevăr, vinul este o băutură „divină", demnă de zei. De aceea se grăbesc să o adopte, împrumutîndu-l totodată şi pe zeul Bachus, care la greci se numea Dionisos.

Romanii au răspîndit cultura viţei de vie în multe regiuni. Astfel, în timpul lor ea ajunge în Anglia, în Alsacia, în Ungaria etc. În Dacia cultura viţei de vie era binecunoscută înaintea ocupării ei de către romani. An de an cultura viţei de vie s-a întins în regiunile cu climă prielnică. Astăzi se găsesc în lume locuri renumite, unde se produc vinuri de cea mai bună calitate. Cu toţii cunoaşteţi sau aţi auzit de : Champagne, Rhein, Malaga, Madera, Porto, Bordeaux, Tokai, Xeres, Cipru, fără a mai aminti de regiunile din ţara noastră, vestite în lumea întreagă. Rezultat prin truda unui microorganism vegetal, vinul ocupă azi un loc important în viaţa economică a multor ţări.

Fiind un produs de fermentare a mustului, vinul conţine o serie de substanţe importante. Pentru a motiva cele spuse este necesară o analiză, care va arăta că vinul conţine : apă, alcool etilic şi, în afară de acestea, zaharuri, glicerină, acid succinic, grăsimi, acetali, esteri, vitaminele C, B_1, B_2 şi PP, substanţe azotate, pectice, gume vegetale, precum şi substanţe minerale : potasiu, calciu, magneziu, aluminiu, mangan, fosfor, sulf, clor, siliciu etc.

Enologia, — ştiinţa care se ocupă cu producerea şi îngrijirea vinului, — considerată mult timp o artă ce se transmitea din tată în fiu, a reuşit, studiind condiţiile de dezvoltare ale microorganismelor ce produc fermentaţia alcoolică, să elaboreze norme precise care duc la obţinerea unor produse de cea mai bună cali-

tate. In această luptă rolul chimistului a fost și este deosebit de important. Asta, deoarece omul deși primește ajutor de neprețuit din partea minusculelor ființe ce transformă mustul în vin, el are și nenumărați dușmani tot în rîndul acestor ființe, care nu numai că nu contribuie la prepararea vinului, ci mai mult, îl strică chiar pe cel fabricat.

Pentru fabricarea vinului există nenumărate metode, care diferă atît după varietatea de strugure prelucrat, cît și după vinul pe care dorim să-l producem : vin obișnuit, spumos, șampanie, licoros etc. Noi vom arăta aici, pe scurt, cum se obține vinul obișnuit în marile podgorii.

Aduși la cramă, strugurii sînt zdrobiți. După zdrobire o parte din must iese singur din boabe, despărțindu-se de boștină (carnea, pielița și sîmburii). Boștina reține însă o mare cantitate de must. De aceea este supusă unei presări, din care rezultă, pe lîngă must, și boștina presată numită tescovină. De la această operație (uneori chiar înainte de presare), procesul tehnologic al fabricării vinurilor albe se diferențiază de cel al fabricării vinurilor roșii, prin separarea — în primul caz — a mustului de piețițe și sîmburi. Mustul căpătat se limpezește și este supus fermentației.

De-acum încolo începe adevărata luptă pentru vin, adică munca pentru obținerea unui vin de calitate.

Fermentarea mustului se face în vase speciale, folosindu-se ciupercile zacharomicete. Ea este în principiu o fermentație alcoolică și constă în transformarea zahărului din must în alcool etilic și bioxid de carbon. In realitate, fermentația nu se rezumă numai la transformarea zahărului în alcool, pentru că în afară de alcool și bioxid de carbon se produc : acid succinic, glicerină, acetali, alcooli superiori etc., substanțe care-i dau vinului așa-numitul buchet.

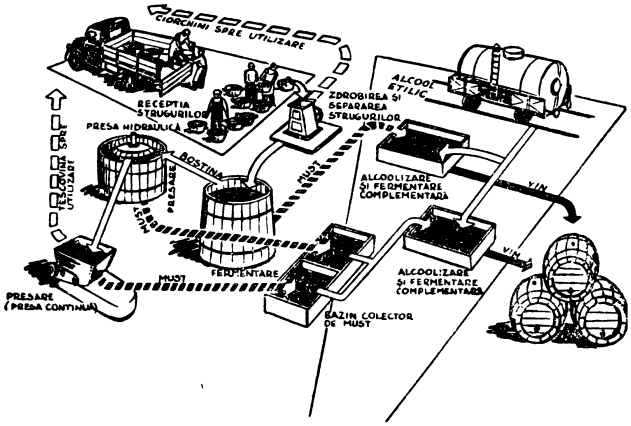
Ca fermentația mustului să decurgă în cele mai bune condiții, specialiștii se conformă acestei reguli de aur : „Introbuințează fermenți selecționați ! Impiedică accesul aerului la mustul ce fermentează ! Reglează tem-

peratura ! Hrăneşte drojdiile ce produc fermentaţia !" Nerespectarea ei duce la produse nesatisfăcătoare.

Fermentaţia propriu-zisă decurge, din punct de vedere al aspectului şi al proceselor biochimice ce au loc în timpul ei, în două faze : fermentaţia zgomotoasă sau tumultuoasă şi fermentaţia liniştită. Prima durează 5—8 zile şi-i caracterizată printr-o accentuată ridicare de temperatură şi o puternică dezvoltare de bioxid de carbon. Fermentaţia liniştită sau secundară durează 2—3 săptămîni sau mai mult. Ea se caracterizează printr-o degajare mică de bioxid de carbon şi prin limpezirea vinului. In cazul vinurilor roşii, după fermentaţia zgomotoasă se separă vinul de boştină, apoi fermentaţia continuă.

O dată cu încetarea fermentaţiei mustului şi transformarea lui în vin, nu ia sfîrşit şi munca specialistului de la cramă. Putem spune că începe munca cu adevărat grea, fiindcă-i simplu să fabrici vinul, dar mult mai greu să-l conservi, să-l îngrijeşti şi să-i îmbunătăţeşti calitatea. De aceea vinul e limpezit folosind diferite procedee. Specialiştii în vinificaţie pot interveni, cînd este cazul, pentru a corecta culoarea, gustul, tăria sau aciditatea unui vin, amestecîndu-l cu un alt vin sau cu mai multe. Operaţia poartă numele de cupajare. De asemenea ei pot grăbi maturizarea şi învechirea vinurilor — faze în care vinul ajunge la o limpezime stabilă, iar gustul şi aroma sînt ireproşabile. In unele unităţi industriale vinurile sînt prelucrate pentru a fi transformate în vinuri spumoase, în vinuri licoroase, în şampanie — băuturi foarte apreciate pentru gustul lor deosebit.

Iată-ne acum la sfîrşitul acestui capitol în care am vorbit despre darurile viţei de vie. Dar n-am spus încă tot despre ea. Chimiştii au găsit că vinul este numai unul din produsele date de viţă omului. Căci din prelucrarea strugurilor cu prilejul vinificaţiei se obţin trei produse secundare : tescovina, drojdia de vin şi seminţele — materii prime pentru cîteva substanţe foarte importante, a căror valoare poate să reprezinte pînă la 50% din valoarea produsului principal, vinul.



Fabricarea vinurilor licoroase.

Ce produse se obţin din aceste materii prime? Rachiu, alcool pur, tanin, acid tartic, ulei comestibil şi industrial, îngrăşăminte chimice şi nutreţ pentru vite.

Seminţele se separă de tescovină trecîndu-le manual sau mecanic prin nişte site: uscate, ele conţin 10—15% ulei şi 4—6% tanin. Ca să se extragă aceste produse seminţele sînt sfărîmate, apoi sînt presate în prese hidraulice (cînd se obţine ulei comestibil), sau sînt tratate cu solvenţi selectivi (cînd se obţine ulei industrial). Taninul se extrage tot cu ajutorul solvenţilor. Pentru aceasta se tratează sfărîmăturile de seminţe cu alcool sau apă caldă, în care taninul se dizolvă. Din 100 kg seminţe se pot obţine 12 litri ulei şi 6—8 kg tanin.

Din tescovină se fabrică, prin distilare, rachiu de tescovină sau spirt, după ce în prealabil a fost supusă unei noi fermentări, deoarece mai conţine zahăr nefermentat. Tescovina rămasă după distilare reprezintă un nutreţ pentru vite bogat în hidraţi de carbon, grăsimi şi proteine. Dar ea poate fi transformată şi într-un

bun îngrășămînt agricol, bogat în azot și acid fosforic.

La pritocirea vinului rămîne pe fundul butoaielor drojdia de vin. Ea conține alcool și săruri tartrice. Alcoolul e valorificat prin distilare sub formă de rachiu de drojdie, iar sărurile tartrice sub formă de... sare de lămîie. Această substanță, cunoscută de toate gospodinele, n-are nici o legătură cu fructul plantei citrice ce ne vine din regiunile calde. Ea nu este altceva decît acidul tartric, care se poate scoate fără prea mare greutate din tirighia (bitartratul de potasiu) cuprinsă din belșug în drojdia de vin.

Vița de vie mai pune la dispoziția chimiștilor o sursă de materii prime. E vorba de coardele de viță. După cum au dovedit cercetările oamenilor de știință sovietici și lucrările unor chimiști de la Institutul Politehnic din Iași, coardele viței de vie trebuie socotite printre materiile prime importante în industria sărurilor de potasiu. Intr-adevăr, arzînd aceste coarde, din cenușa lor se pot extrage săruri de potasiu nu numai pentru îngrășăminte agricole, dar și pentru industrie.

Și cu aceasta am încheiat cele ce aveam de spus despre „Vitis vinifera" — vița de vie — bogăție neprețuită a patriei noastre, pusă în valoare de minusculele organisme care îi transformă dulceața în vinuri renumite.

Orz contra viță de vie

Vița de vie, respectiv vinul, a avut și are „concurenți". In Africa, de pildă, se face o băutură fermentată alcoolică din pepene; aceeași băutură se consumă și în partea de sud a Uniunii Sovietice, precum și în unele țări din Orient. Pentru a afla rețeta acestei băuturi răsfoiți cunoscuta carte „1001 de nopți", unde Sinbad marinarul o descrie.

Dar nu numai pepenele a fost adversarul viței de vie. S-a făcut și se fac băuturi din seva de mesteacăn,

din suc de trestie de zahăr, din fructe de palmier, din mere, pere, agrișe, prune, corcodușe, zmeură, mure etc. Pe lîngă aceste băuturi mai există una, făcută din orz. E vorba, așa cum desigur bănuiți, despre... bere.

Cînd și unde s-a născut spumoasa băutură e greu de spus. Se pare că în vechiul Babilon berea era cunoscută, bineînțeles nu sub forma de astăzi, ci sub forma unei băuturi alcoolice mai mult sau mai puțin acidulată, preparată din pîine. Deși grecii și romanii cunoșteau berea, nu o prețuiau prea mult. In schimb, la germanii din nordul Imperiului Roman ea era la loc de cinste. Aceștia preparau berea din orz și îi puneau pentru gust coajă de stejar și hamei sălbatic. Pe la începutul evului mediu hameiul începe să fie cultivat special pentru bere. In acest timp mînăstirile se ocupă direct cu prepararea ei. De altfel erau renumite mînăstirile din nordul Galiei, unde călugărul care se ocupa de fermentarea ei se numea „Cambrinus" ; de aici vine și legenda cu regele Gambrinus, inventatorul berei.

Prepararea berei pe scară industrială începe prin secolul al XIV-lea și se dezvoltă neîncetat. Pe teritoriul R. S. Cehoslovace, unde se fabrică renumita bere Pilzen, au existat, numai în Cehia, așa cum arată istoriograful W. Tomek, între anii 1348 și 1419, nu mai puțin de 55 fabrici de bere și 36 fabrici de malț.

Puțini sînt aceia care nu știu din ce se fabrică berea. In schimb sînt destui care nu știu cum se fabrică. Această băutură o datorăm tot unei micuțe plante monocelulare, unei drojdii din specia Saccharomyces cerevisiae, care transformă zaharurile din plămada de orz în alcool etilic. Din punct de vedere chimic ea este o băutură slab alcoolică, bogată în substanțe organice și anorganice. Spre deosebire de vin, care se consumă după ce mustul a fermentat complet, și e cu atît mai bun cu cît e mai vechi, berea se consumă proaspătă, cînd fermentarea ei nu-i completă.

Materia primă folosită la fabricarea berei o formează: orzul, hameiul și... apa, care trebuie să întrunească o

serie de calităţi. Deşi procesele chimice şi microbiologice ce au loc la fabricarea berei au fost îndelung cercetate, totuşi multe din detaliile diferitelor operaţii sînt încă necunoscute, de aceea practica şi experienţa au un cuvînt greu de spus în prepararea berei.

Fabricarea berei începe cu operaţia numită malţificare, care are drept scop producerea malţului. Cîteodată malţul se produce chiar în fabrica de bere, alteori în unităţi independente. Din malţ, cu ajutorul apei şi al microorganismelor, se prepară apoi berea. Pentru asta malţul este măcinat şi amestecat cu apă ca substanţele solubile din el să treacă în soluţie (must).

După filtrare, menită să elimine cojile şi substanţele insolubile din soluţie, mustul limpede, numit şi must primitiv, este fiert cu hamei. Rostul acestei operaţii este să sterilizeze şi să concentreze mustul ce conţine maltoza, să distrugă enzimele, să coaguleze proteinele, şi să treacă în must substanţele aromatice din hamei. După ce este răcit, mustul poate fi fermentat. Pentru asta i se adaugă drojdii.

După „însămînţarea" drojdiei începe fermentarea primară sau principală. Ea durează 8—10 zile, şi se face în vase deschise sau acoperite, după cum se urmăreşte sau nu captarea bioxidului de carbon. Cînd fermentaţia primară a încetat, berea e trasă în alte vase unde are loc fermentaţia secundară. Practic, fermentaţia secundară a berei durează 30—90 zile. După ce a încetat şi aceasta, berea e filtrată şi trasă în butoaie sau sticle, pentru a fi dată în comerţ.

Procesele chimice şi biochimice ce au loc la obţinerea unei beri de bună calitate sînt complicate. Ele nu pot fi explicate prin cîteva formule. Se ştie că drojdiile suportă destul de bine temperaturi şi presiuni joase, se cunoaşte de asemenea influenţa pe care o au asupra lor pereţii vaselor de fermentare, lumina şi oxigenul, cu toate acestea fabricarea berei mai are secrete. Fără îndoială însă că în curînd ştiinţa le va afla.

Unul dintre cele mai vechi procese fermentative folosite de om a fost, așa cum am văzut, fermentația alcoolică. Cu timpul, cînd tehnica s-a înfiripat și dezvoltat, și cînd omul a constatat că alcoolul poate fi folosit nu numai pentru fabricarea băuturilor, ci și în alte scopuri, producerea lui a început să se facă pe scară largă.

Inainte de a afla cum reușesc microorganismele să transforme anumite substanțe în alcool etilic sau spirt, cum mai este numit, să vedem ce este el. Să deschidem o carte de chimie. Vom citi : alcoolul etilic este un lichid incolor, foarte fluid, cu gust arzător și miros caracteristic. Este foarte inflamabil. Fierbe la 78,3°C la presiunea normală și îngheață la —130°C, cînd se transformă într-o masă albă. Se amestecă cu apa în orice proporție. Formula sa chimică este C_2H_5OH. Utilizările lui sînt nenumărate. In afară de prepararea băuturilor, alcoolul etilic se folosește la fabricarea maselor plastice, a lacurilor, a materiilor colorante, a fibrelor sintetice și artificiale, a cloroformului, a eterului etilic, precum și a unui număr foarte mare de produse chimico-farmaceutice.

Cam acestea sînt datele pe care le veți găsi în orice carte de chimie, referitor la alcoolul etilic. Noi nu ne vom opri însă asupra lor, ci vom căuta să aflăm taina prin care micile organisme pot fabrica, fără instalații și sursă de energie, arzătorul lichid pe care băștinașii din America de Nord îl botezaseră cu binemeritatul nume de „apă de foc", iar călugării din evul mediu cu „aqua vitis", adică „apa viței de vie" — pentru că pe vremea aceea se prepara prin distilarea vinului.

Pentru fabricarea alcoolului etilic în industrie, chimiștii folosesc două metode : metoda prin sinteză și metoda fermentativă sau biologică.

Pe cale biologică alcoolul etilic se capătă în urma fermentării soluțiilor zaharoase fermentescibile. In natură sînt nenumărate asemenea substanțe. Mînuitorii eprubetelor au dovedit însă că materiile prime

necesare sînt inepuizabile, descoperind totodată și metode de fabricare din substanțe nefermentescibile, cum ar fi, de pildă, celuloza și zaharoza (zahărul obișnuit). Dacă am rezuma cele cîteva surse de materie primă, am vedea că alcoolul se poate fabrica din: materii prime amidonoase, zaharoase, celulozice și materii prime ce conțin alcool.

Principala materie primă folosită în fabricile de spirt o constituie substanțele amidonoase. Așa cum le spune și numele, ele conțin amidon. Această grupă îmbrățișează toate cerealele (grîu, porumb, orz, ovăz, secară, mei, măturică etc.), cartofii, precum și leguminoasele (fasole, mazăre, linte, bob etc.); de asemenea castanele sălbatice și ghinda. Cum amidonul nu este direct fermentescibil, el trebuie descompus în zaharuri mai simple, hidrolizat. Descompunerea poate fi făcută fie cu acizi minerali diluați, fie cu ajutorul unei enzime, numită diastază sau amilază, aflată în boabele cerealelor încolțite.

A doua grupă importantă de materii prime o formează substanțele zaharoase. Acestea conțin zaharuri fermentescibile cu ajutorul drojdiei, fie direct, fie după transformarea cu o enzimă hidrolizantă, secretată de celula de drojdie. Printre ele găsim: zahărul (zaharoza), sfecla de zahăr și sfecla furajeră, melasa etc.

In ultimul timp substanțele celulozice au fost și ele asaltate de chimiști, care și-au dat seama că au în față o sursă inepuizabilă de materii prime necesare industriei fermentative. Spre deosebire de celelalte polizaharide, celuloza nu este solubilă în apă. Pentru a o solubiliza este supusă unor tratamente energice prin fierbere cu acizi, cînd se transformă în zaharuri fermentescibile. Cele mai răspîndite materii prime celulozice ce pot fi valorificate în industria spirtului sînt: lemnul, stuful și plaurul. Fabricile de celuloză și hîrtie pun la dispoziția industriei spirtului o nouă materie primă — leșiile bisulfitice. Acestea reprezintă un deșeu de la fabricarea celulozei din lemn, și cuprind printre altele, circa 2,5% zaharuri fermentescibile, provenite prin hidroliza celulozei.

În sfîrșit, o ultimă sursă o formează substanțele care conțin alcool. Astfel, alcoolul se poate fabrica din vin, drojdie, tescovină, țuică și alte băuturi alcoolice. Totuși acestea nu sînt folosite decît în cazuri excepționale, cînd au defecte de fabricație sau boli care le fac improprii consumului.

Și acum, după ce am aflat sursele folosite pentru fabricarea alcoolului, să vizităm o fabrică de spirt unde se prelucrează materii prime amidonoase. Înainte de a începe vizita, trebuie să știm că principalele operații din fabrică se rezumă la prepararea plămezii, prepararea malțului, zaharificarea plămezii, fermentarea și distilarea.

Prepararea plămezii constă în fierberea materiei prime amidonoase sub presiune, în niște vase mari — autoclave. Rostul fierberii este să transforme amidonul în cocă. Fac excepție numai grîul, meiul și secara măcinate fin, deoarece amidonul lor poate fi zaharificat de diastază, chiar fără transformare în cocă.

În felul acesta se obține coca de amidon care, pentru a putea fi fermentată, trebuie transformată în zaharuri mai simple, adică zaharificată. Operația poate fi făcută în industrie prin trei metode : cu acizi, cu malț (slad) și cu microorganisme. Cea mai utilizată este însă aceea care folosește malțul. Acesta nu reprezintă altceva decît cereale încolțite în mod artificial pentru a se forma în ele enzime. Malțul cel mai bun se capătă din grîu, dar fiind scump este înlocuit cu cel din orz. Zaharificarea se face într-un aparat special de zaharificare, unde se introduc plămada și malțul ; ea durează vreo 2 ore. În timpul acesta, fără a folosi temperaturi și presiuni ridicate sau acizi puternici, diastaza din malț transformă materiile amidonoase din plămadă în zaharuri mai simple, ca maltoza și glucoza.

Iată că în fabrică s-a obținut „plămada dulce", cum este numită substanța zaharificată. Urmează acum fermentarea ei — operația principală, în urma căreia se capătă o soluție diluată de alcool etilic. Pentru asta se folosesc drojdii. Fermentația propriu-zisă are

loc în vase speciale, construite din lemn, beton sau metal, numite linuri de fermentare. În aceste linuri se introduc plămada și drojdia, unde sînt ținute pînă se desăvîrșește fermentația.

Ce se întîmplă în timpul fermentației? Știm că substanțele amidonoase (amilacee) se transformă prin zaharificare într-un zahăr simplu — glucoza. Aceasta, în timpul fermentației, sub influența enzimei hexochinază secretată de drojdie, este transformată într-un compus organic al acidului fosforic. O să vă întrebați: de unde vine acidul fosforic în plămada ce fermentează? Aceasta se formează din sărurile de fosfor puse special în mediul de fermentație. Mai departe, compusul format este modificat de alte enzime într-un alt compus mai bogat în fosfor. În felul acesta, acționînd pe rînd, cînd un ferment cînd altul, se ajunge la un moment dat la acidul piruvic. El este unul din cei mai importanți acizi organici, care iau parte la transformările biologice fermentative. Acidul piruvic, sub influența enzimei carboxilază, pierde o moleculă de bioxid de carbon, care se degajă și trece în acetaldehidă, iar aceasta, sub acțiunea unui alt ferment, se transformă, în sfîrșit, în alcool etilic.

După cum vedem, pe drumul lung al transformării substanțelor dulci în alcool, întreaga acțiune de fermentație, în toate fazele ei, este efectuată de diferite enzime, care intervin numai atunci cînd le vine rîndul. De aceea, pentru ca fermentația să decurgă normal, trebuie ca în mediul nutritiv ele să găsească din belșug substanțe minerale, surse de azot, compuși proteici și stimulatori de creștere...

Iată că între timp drojdiile au transformat în alcool etilic substanțele zaharoase. Pentru a scoate alcoolul din plămada fermentată, aceasta este supusă unei distilări fracționate, adică unei distilări capabile să separe produsele după punctul lor de fierbere. Distilarea se face în niște aparate speciale. Prin distilare fracționată și rectificare alcoolul etilic scapă de o serie de substanțe chimice, cum sînt: alcoolul metilic, acetona, acetatul de etil, aldehida acetică, furfurolul,

diverşi alcooli superiori etc., care-l impurifică şi-l fac impropriu utilizării în industria alimentară, chimico-farmaceutică sau de sinteză.

Şi cu asta am încheiat cele ce aveam de spus despre fabricarea alcoolului etilic din materii prime amidonoase. Dar, aşa cum spuneam şi la începutul acestui capitol, „apa de foc" mai poate fi obţinută şi plecînd de la alte materii prime. Astfel, poate fi fabricat din : mazăre, fasole, măturică, napi, castane sălbatice, ghindă, sfeclă, melasă, lemn, leşii bisulfitice etc. Folosind aceste materii prime, în procesul de fabricaţie se modifică numai acea parte în care se obţine plămada dulce ce va fi supusă apoi fermentaţiei — celelalte faze ale procesului tehnologic rămînînd în toate cazurile la fel.

O noutate, care a stîrnit senzaţie în rîndul necunoscătorilor, a fost prepararea alcoolului din... gazele ce se degajă la coacerea pîinii. Ştiţi cu toţii că pentru a face pîinea să „crească" se foloseşte drojdie de bere. In timpul coacerii pîinii în cuptor, datorită drojdiei, se degajă, pe lîngă bioxid de carbon, şi o cantitate de vapori de alcool etilic. Pentru folosirea lui chimiştii n-au decît să prindă gazele ce se degajă şi să le răcească, pentru a condensa... alcoolul.

Bogăţii, bogăţii, bogăţii...

Sfîrşitul verii şi începutul toamnei pune la muncă intensă gospodinele şi fabricile de conserve. Acum se fac : bulionul, magiunul, unele conserve gătite. Şi tot acum se pun murăturile. Dacă la prepararea celor mai multe conserve microorganismele sînt excluse, fiindcă aduc numai rău, apoi la prepararea murăturilor ele sînt invitate să ia parte, fie direct, fie indirect prin folosirea oţetului produs de ele.

Oţetul, care nu-i altceva decît o soluţie diluată de acid acetic, a fost cunoscut de om din vremuri de mult apuse. Prepararea lui datează din momentul

cînd s-a văzut că vinul sau altă băutură slab alcoolică se acreşte dacă stă mai mult timp în contact cu aerul.

Oţetirea vinului, proces numit fermentaţie acetică, se produce în urma acţiunii unor bacterii — bacterii acetice — asupra alcoolului din soluţiile (mediile) în care ele se dezvoltă. Oxidarea alcoolului de către bacterii — numită şi oxidare microbiologică selectivă — are loc în două faze: întîi alcoolul etilic e oxidat pînă la aldehidă acetică, apoi aceasta, mai departe, în acid acetic.

Industria alimentară fabrică astăzi oţetul şi prin diluarea cu apă a acidului acetic obţinut prin sinteză sau prin piroliza lemnului. Totuşi oţetul rezultat prin fermentarea din vin sau alcool etilic, sau dintr-un amestec a acestor două substanţe, este mult mai gustos. Apoi nu trebuie uitat că obţinerea oţetului din vin reprezintă o cale economică pentru valorificarea vinurilor degradate.

Cum se prepară oţetul? În general oţetul se poate prepara după două metode: metoda lentă, supranumită franceză sau procedeul Orléans, şi metoda germană sau rapidă.

În cazul metodei lente vinul de fermentat împreună cu puţin oţet este turnat în butoaie speciale, prevăzute cu găuri de aerisire, şi este lăsat cîteva săptămîni pînă ce se acreşte, iar conţinutul în alcool al lichidului scade cam la 0,2—0,5%. Metoda e simplă şi oarecum rudimentară. Mai perfecţionată este metoda rapidă. Ea permite să se obţină oţet într-un timp mult mai scurt şi cu un conţinut mai ridicat în acid acetic. Cum? Prin mărirea suprafeţei de contact pe care are loc oxidarea alcoolului etilic în acid acetic.

Ştiinţa a găsit fermenţilor şi alte „ocupaţii", în afară de prepararea alcoolului şi a acidului acetic.

Acidul lactic pe care-l întîlnim în laptele bătut şi în zeama murăturilor este de asemenea un produs al microorganismelor, cu foarte multe întrebuinţări: în tehnică, medicină, în industria chimico-farmaceutică, industria chimică de sinteză etc. El se fabrică pe cale fermentativă prin acţiunea nenumăratelor bacterii lac-

tice, răspîndite în natură. In industrie acest acid se produce obișnuit plecînd de la melasă, leșii bisulfitiee, fiertură de porumb, cartofi, amidon etc., din care se prepară medii de fermentație. In funcție de aceste materii prime, procesele tehnologice ale obținerii mediilor de fermentație variază și ele. Acidul format în timpul fermentării este neutralizat cu carbonat de calciu și transformat în lactat de calciu; din acesta acidul lactic e obținut pur cu ajutorul acidului sulfuric și al operațiilor de concentrare și rafinare.

Un alt microorganism — Aspergillus niger — a fost pus la „muncă" în urmă cu ani și a dat naștere unei noi industrii de fermentație — fabricarea acidului citric, acid care ani de-a rîndul era scos numai din sucul portocalelor, lămîilor și al altor citrice. Astăzi el se capătă în cantități foarte mari, obligînd minusculul mucegai să „lucreze" pe medii de fermentație care cuprind substanțe zaharate și săruri minerale.

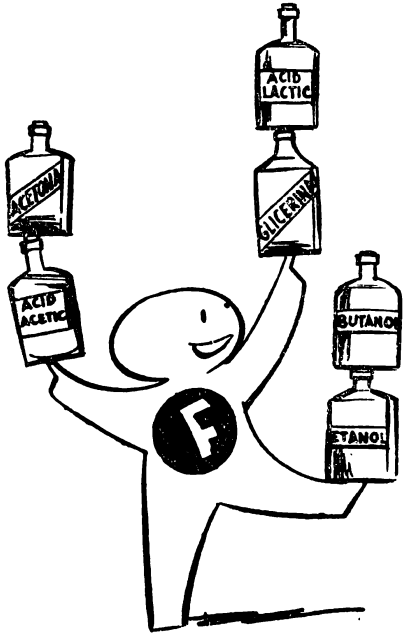
Mirajul fabricării cauciucului sintetic, care fusese obținut în laborator din izopren sau butadien, atrăgea pe mulți chimiști. Dar lucrurile nu erau prea simple, pentru că izoprenul nu putea fi obținut, pe la sfîrșitul secolului trecut, decît din... cauciuc. Or fabricarea cauciucului sintetic din cauciuc natural nu însemnează nimic pentru industrie. Butadienul putea fi preparat din alcool butilic, dar, din nenorocire, pe vremea aceea nu exista un izvor ieftin din care să se producă acest alcool.

In secolul al XVIII-lea fusese descris microorganismul Bacilus ortobutilicus, însă pentru că pe atunci erau descoperiți continuu microbi noi, lui „ortobutilicus" i s-a dat puțină atenție. Mulți ani mai tîrziu, cînd problema cauciucului deveni și mai acută, chimiștii și-au amintit de această descoperire și au început căutarea lui sau a altor microorganisme de acest fel. Cercetările lor au fost încununate de succes, dar nu într-atît încît să prefacă industria cauciucului, fiindcă plantațiile dădeau acum suficient cauciuc. Cu toate acestea studiile pentru găsirea unor microorganisme capabile să producă alcool butilic n-au încetat,

ele ducînd pînă la sfîrşit la descoperirea bacteriilor acetono-butilice.

Dintre bacteriile acetono-butilice, cele mai cunoscute sînt : Clostridium acetobutylicum şi Bacilus butylicus. Prima produce alcool butilic prin fermentarea substanţelor zaharate, şi acetonă din hexoze şi pentoze. A doua bacterie fermentează zaharurile dînd naştere la alcool butilic, acetonă, alcool etilic şi mici cantităţi de alcool propilic, bioxid de carbon şi hidrogen.

Fermentaţia acetono-butilică este procesul prin care substanţele zaharate prezente în mediul de fermentaţie sînt transformate, sub acţiunea bacteriilor acetono-butilice, în alcool butilic şi acetonă. Aşadar, în urma acestei fermentaţii se obţine pe lîngă alcool butilic şi acetonă.



Fermenţii produc diferite substanţe chimice.

Primul război mondial punea industria chimică în fața unor noi probleme: era nevoie acum de mari cantități de substanțe explozive. Printre ele se afla și cordita, la a cărei preparare este nevoie de acetonă. Avionul, care-și făcuse apariția, avea și el nevoie de acetonă pentru lacul cu care trebuia vopsit. In situația aceasta izvoarele de acetonă din acetați sau din piroliza lemnului nu mai erau suficiente. De aceea s-au făcut sforțări uriașe să se descopere procedee noi și să se găsească alte substanțe care să le poată înlocui cu folos. Noile izvoare — fermentațiile — deveniră curînd cunoscute. Astfel, în 1916 sînt instalate în Anglia cîteva uzine mari, menite să prepare acetonă cu ajutorul microorganismelor. Exemplul acesta a fost apoi imitat și de alte țări.

Fabricarea antibioticelor este cea mai nouă realizare a industriei fermentative, dar despre ele vom avea ocazia să aflăm mai multe amănunte într-un capitol următor.

Gazul metan, cea mai simplă hidrocarbură saturată, formată dintr-un atom de carbon și patru de hidrogen (CH_4), reprezintă o bogăție de seamă a țării noastre. Dar dacă lucrul acesta este cunoscut multor cititori, puțini sînt aceia ce știu că acest gaz combustibil poate fi produs la „domiciliu". Deși lucrul pare puțin curios, totuși cele spuse mai sus sînt perfect reale, datorită fermentației. Folosind anumite microorganisme și anumite medii de cultură, se pot căpăta gaze combustibile, cu un conținut apreciabil de metan. Amestecul de gaze a primit numele de „biogaz" — gaz produs prin activitatea vitală.

Unul din procedeele folosite astăzi produce biogazul din gunoiul de grajd, într-o instalație specială. După fermentarea gunoiului, acesta devine un bun îngrășământ, așa că poate fi folosit cu succes în agricultură. Făcîndu-se anumite experiențe și calcule, s-a văzut că prin fermentarea gunoiului provenit de la 50 de vite mari, rezultă anual 200 000 m^3 de gaze combustibile, care reprezintă circa 500 000 000 kilocalorii sau 57 000 kWh.

Utilizarea microorganismelor nu se rezumă însă numai la fabricarea substanțelor amintite aici. Cu ajutorul lor pot fi obținute: proteine, zaharuri, grăsimi, hidrocarburi, vitamine, îngrășăminte microbiene pentru agricultură, precum și multe, multe alte substanțe foarte importante pentru industria chimică. Plecînd, de exemplu, de la porumb, biochimiștii au reușit să fabrice prin fermentație substanțe chimice deosebit de importante, ca: aldehidă acetică, acetona, alcoolul etilic, alcoolul propilic, alcoolul butilic, 2,3-butilen-glicolul, glicerina, acetil-metil-carbinolul și acizii: formic, acetic, butiric, caproic, caprilic, oxalic, succinic, fumaric, lactic, piruvic, gluconic, oxigluconic, citric. Nu mai puțin de 20 de substanțe chimice!

PLANTE ÎMPOTRIVA BOLILOR

Din istoria farmacologiei

Istoria farmacologiei este veche, veche de cînd lumea. Asta fără exagerare, căci însăși omul primitiv căuta să-și aline suferințele trupești cu ajutorul plantelor.

Cele mai vechi date pe care le cunoaștem astăzi ne-au rămas de la sumerieni. Aceștia au creat o medicină bazată pe astronomie, religie, matematică și, bineînțeles, pe... plante. Cunoștințele au fost transmise din generație în generație și altor popoare, cum au fost babilonienii, asirienii, egiptenii etc. În biblioteca din Ninive, a regelui asirian Assurbanipal, s-au găsit și 33 de tăbliță cu desene de plante medicinale. Așadar, primul manual de farmacologie nu este de loc modern, el datînd din anul 668 î.e.n.! Fenicienii, mari negustori și navigatori, au împărtășit și altor popoare

cunoștințele preluate de la egipteni, printre care și denumirile plantelor cu acțiune tămăduitoare.

In cealaltă parte a lumii, în China și Japonia de astăzi, plantele medicinale erau la mare cinste. Se spune chiar că împăratul Sun Nung, care a trăit cu 3 000 de ani î.e.n., ar fi întemeietorul medicinei chineze. Printre altele, el s-ar fi ocupat și cu studiul plantelor medicinale.

Mai aproape de zilele noastre, grecii au fost mari meșteri în arta medicinei și a plantelor medicinale. Se povestește chiar — mitologia spune asta — că pe țărmul caucazian, la Colchida, exista o grădină minunată păzită de zeița Artemis, în care creșteau plante tămăduitoare, și de unde acestea au ajuns în Grecia.

De la greci și romani cunoștințele de farmacologie se transmit și celorlalte popoare, și încetul cu încetul străbat veacurile, îmbogățindu-se continuu, pînă prin secolul al XIX-lea al erei noastre. Acum, după anul 1800, corăbiile încep să străbată mai intens mările și oceanele în căutarea de bogății, iar chimiștii și farmaciștii să studieze mai cu luare-aminte substanțele chimice extrase din plante. Acum descoperirile în lumea chimiei se țin lanț.

In anul 1805 ajutorul de farmacist Friedrich Wilhelm Sertürner, în vîrstă doar de 21 de ani, își îndreaptă cercetările spre opium. Pe vremea aceea opiumul, care se extrage din capsulele macilor, era vîndut milioanelor de supuși ai „Imperiului Ceresc", cărora le distrugea trupul și le pustia ființa morală, întunecîndu-le mintea. Dar ce conta asta? Afacerile făcute de societățile capitaliste cu opiumul trimis în China erau însă prea înfloritoare, ca să se renunțe la ele. Sertürner reușește să izoleze din opium o substanță bazică, căreia îi dă numele de „morfium", după numele zeului somnului Morfeu. Mai tîrziu substanța căpătă numele de „morfină".

De acum încolo zeci și sute de plante sînt studiate și se extrag din sucul lor diferite substanțe active, cu nebănuite proprietăți terapeutice. Chimia organică care se năștea, căpăta astfel din partea plantelor un ajutor

nepreţuit. In acelaşi timp, omul, datorită chimiei şi plantelor, putea acum lupta mai cu folos împotriva bolilor.

Şi la noi în ţară plantele medicinale au fost cunoscute din vechime. Poporul le spunea „buruieni de leac". Cunoştinţele despre folosirea plantelor de leac au fost consemnate în diferite scrieri. De pildă, în Pravila lui Matei Basarab se arată că vraciul curţii poate să cerceteze ierburile şi să descopere leacuri împotriva otrăvurilor. Apoi, în Psaltirea Scheiană se descrie scorţişoara, isopul şi itacta. In fine, Lexiconul slavo-romîn, apărut în anul 1649, aminteşte despre izmă şi muştar, iar alte pravile despre strigoaie — o plantă utilizată împotriva rîiei.

Cu toată bogăţia de plante cuprinse în ţara noastră, în trecut nu li s-a dat acestora prea mare importanţă. Astfel se irosea în zadar un nesecat izvor de sănătate şi bogăţie. Astăzi această minunată bogăţie a ţării noastre este valorificată, iar în cadrul institutelor de cercetări specialiştii studiază continuu problema plantelor medicinale cultivate sau din flora spontană.

Otrăvuri şi medicamente

In urmă cu ani, pe vremea cînd „feţele" bisericeşti se ocupau cu medicina, erau la modă două produse: parfumurile şi otrăvurile. Ambele se obţineau în general din plante. Otrăvurile, adesea purtînd nume bisericeşti, erau cîteodată şi medicamente. Căci date bolnavilor cu grijă şi în cantităţi mici îi salvau de la moarte. Dacă o viaţă era salvată cu ajutorul extractelor preparate din plante, călugării ştiau să speculeze cu multă şiretenie ignoranţa şi înapoierea populaţiei. Ei căutau să arate că vindecarea nu s-a produs datorită plantelor din care făceau extractele, ci, chipurile, puterii „cereşti" şi, bineînţeles, „rugăciunilor" lor.

Cînd s-a născut chimia organică, multe din otrăvurile şi leacurile folosite de călugări şi de doftoroaie

au intrat pe mîinile chimiștilor. Aceștia au găsit în ele nenumărate substanțe, dintre care alcaloizii sînt, poate, cele mai importante.

Ce sînt alcaloizii? Cuvîntul alcaloid e de origine greacă și vine de la cuvintele *alkali* = bază, și *eidos* = asemănător. Deci, vrea să spună că alcaloizii formează o grupă de substanțe asemănătoare. Și asta pe bună dreptate, deoarece chimiștii au găsit că ele sînt combinații organice complexe care conțin azot, au un caracter bazic și formează săruri cu acizi.

Fără îndoială că cititorii cunosc nenumărați alcaloizi, cum sînt: chinina, morfina, cocaina, nicotina, cofeina etc. Cum numărul lor este foarte mare și al plantelor care-i produc — de asemenea, în rîndurile ce urmează nu ne vom opri decît asupra cîtorva dintre ei.

Din vremuri imemorabile băștinașii din America de Sud aveau obiceiul să mestece frunzele unei plante — Erythoxylon Coca — împreună cu bucățele de var stins. Frunzele le suprimau senzația de foame, menținîndu-le totodată energia musculară, provocîndu-le și o bună dispoziție. In anul 1860 s-a extras din frunzele plantei cocaina. Aceasta a fost pusă la dispoziția medicilor care au folosit-o ca anestezic.

Dar ce e cocaina? E alcaloidul extras din planta amintită. Ea crește prin Peru, Bolivia, Columbia, Ceylon, Java etc.

La început noul anestezic provoca accidente, uneori mortale. Cocaina și-a croit totuși drum în „viață", datorită chimiștilor. Ei au reușit să dea medicilor un medicament bine studiat și dozat corect, așa ca să nu se mai întîmple accidente.

De numele unui alt alcaloid — opiul — sînt legate chiar evenimente istorice. Din el chimiștii au scos morfina, codeina, narcotina și alte produse farmaceutice alinătoare de suferințe.

Opiul — sursa acestor produse — se obține sub forma unui latex, prin inciziile făcute în capsulele de mac, asemeni cauciucului din arborele Hevea. Sucul de mac, ca și acțiunea sa, era cunoscut în Grecia antică încă de pe vremea poetului Homer, sub numele de

„opion", care înseamnă „suc". Opiul, în înțelesul actual al cuvîntului, a fost cunoscut în Grecia abia după Hippocrat.

Cultura macului pentru opiu era cunoscută și în Asia, unde fumatul acestei substanțe era destul de răspîndit în India și Asia Mică. Din India fumatul opiului a trecut în China, unde feudalii chinezi l-au primit cu brațele deschise.

Cînd englezii au ocupat India, extragerea opiului din mac deveni un monopol al statului, căci veniturile aduse de el întreceau cele mai frumoase visuri produse de această otravă. Căutînd să ia parte și guvernanții Chinei la această frumoasă afacere, guvernul chinez interzice importul opiului din India. Dar măsura lovea puternic în interesele Angliei, așa că, precum se obișnuiește în lumea capitalistă, pretextul pentru un război fu găsit. Și așa începe vestitul „război al opiului", care se termină cu înfrîngerea Chinei și cu un tratat ce permitea Angliei să introducă în China oricît opiu ar fi dorit.

Dar opiul n-a fost numai o otravă puternică, căci încăput pe mîna chimiștilor, aceștia au reușit să-l transforme din otravă în medicament.

In urmă cu vreo șapte-opt secole bîntuia în Europa o boală groaznică, pe care medicii timpului — în general călugări — o numeau „focul sfîntului Anton". Era o boală nimicitoare. Durerile și arsurile se întețeau treptat, încît bolnavul se zbătea necontenit în chinuri cumplite. Nimeni nu cunoștea cauza bolii. Mai tîrziu, aproape de zilele noastre, s-a aflat că se datorează intoxicației cu o otravă puternică, fabricată de ciuperca parazită Claviceps purpurea care crește pe spicul secarei. Ea era introdusă în corp de oamenii nevoiași o dată cu pîinea făcută din secară atinsă de parazit.

Substanțele toxice ale acestei ciuperci au început să fie studiate de chimiști acum vreo 100 de ani. Primul alcaloid pur izolat din secara cornută — ergotina — a fost separat în anul 1875. După vreo 30 de ani, se izolează alcaloidul ergotoxina. Apoi, în 1918, ergotamina și ergotaminina. Astăzi, datorită muncii chimiș-

tilor, se cunosc 11 alcaloizi extrași din ciuperca parazită, ce provoca oamenilor crunta boală a „focului sfîntului Anton". Acum otrava secarei cornute e folosită în medicină drept medicament în bolile aparatului circulator, contra hemoragiilor etc.

Alcaloizii se găsesc și în multe alte plante. Chimia a știut însă să-i pună la îndemîna medicinei. Iată cîteva plante cunoscute de toți și care conțin diferiți alcaloizi.

Ceaiul — frunzulițele de ceai — conține cafeină. Cafeaua, naturală bineînțeles, o conține și ea, în cantitate mult mai mare.

Piperul cuprinde piperină. Chiar și ardeiul roșu, pe care-l folosim ca atare sau sub formă de boia, conține un alcaloid: capsaicina; ea îi dă gustul iute, picant.

De mătrăgună ați auzit? Planta aceasta ierboasă, cu frunze mari, și cu flori de culoare violet-brună, are în frunzele sale hiosciamină, alcaloid care printr-o tratare chimică, efectuată de chimiști chiar asupra frunzei, trece în atropină. Numele științific al acestei plante — Atropa belladonna — a fost dat de vestitul naturalist K. Linné din cauza toxicității sale, după numele uneia din cele trei Parce ale mitologiei grecești — Atropa, zeița destinului, care ar tăia firul vieții fiecărui muritor, atunci cînd îi vine timpul. Tot Linné i-a dat și denumirea de „belladonna" — de la cuvintele italiene: *bella* = frumoasă și *donna* = femeie — deoarece femeile din Italia și Spania își frecau obrajii și își puneau în ochi picături din sucul ei. Din cauza atropinei cuprinsă în plantă, pupilele ochilor se dilatau, deveneau strălucitori, adînci, iar fața se înviora.

Despre mătrăgună se știe că a fost folosită în tratament încă din secolul al XV-lea, dar substanța activă pe care o conține — atropina — n-a fost izolată de chimiști decît în anul 1881.

In aceeași familie botanică cu Atropa belladonna, familia Solanaceelor, se mai găsesc cîteva plante cunoscute, cum sînt măselarița și ciumăfaia. Ele cuprind de asemenea alcaloizi, printre care și atropina.

Adeseori, în stările de slăbiciune, medicii ne recomandă tonice sau injecții cu stricnină. Chimiștii au

scos acest alcaloid dintr-un arbore mereu verde, numit de botaniști Strychnos nux vomica, care crește prin Asia și Australia. Încă din vremuri străvechi iranienii și tibetanii foloseau pentru vindecarea unor boli extracte din acest arbore. În Europa arborele a ajuns să fie cunoscut prin arabi.

În America de Sud cresc niște plante înrudite cu Strychnos, din care indienii prepară vestita lor otravă ce nu iartă, curara. Din curara chimiștii au separat alcaloidul curarina, folosit de medici pentru experiențe de fiziologie și farmacologie.

Lista plantelor din care chimiștii au extras alcaloizi este foarte mare. Noi ne vom opri însă aici. Fără îndoială că cititorul se va întreba, și pe bună dreptate, dar chinina ?

Se povestește că soția viceregelui din Peru a căzut la pat grav bolnavă de friguri și a fost salvată de Juan del Vego — medicul palatului. Acesta aflase că băștinașii — nici ei cruțați de friguri — întrebuințau împotriva bolii o fiertură făcută din scoarța unui arbore. Hotărî să încerce și el acest leac. De aceea luă niște scoarță, o pisă și făcu din ea o fiertură. Bolnava bău fiertura și după cîteva zile se însănătoși.

Vestea ajunse și în Spania, o dată cu leacul. În Europa, scoarța copacului din Peru ajunse la mare preț. De asta avînd grijă, în special, călugării iezuiți care o precupețeau cu aur greu, sub numele de „polvo de los jesuitos", adică de „pulberea iezuiților".

Naturalistul Karl Linné dorind să imortalizeze numele celei salvate, dădu numele arborelui de Cinchona succirubra. În anul 1820 chimiștii francezi Pelletier și Caventou extrag chinina din scoarța arborelui de chinină. Tot ei extrag apoi o a doua substanță activă din scoarța aceluiași arbore, pe care o numesc cinconină.

Pentru descoperirea lor Institutul de Științe al Franței le acordă un premiu de 10 000 de franci. Astfel, chinina este descoperită de știință. De acum încolo colaborarea dintre „știința eprubetei" și arborele de

chinină se strînge, chimiștii găsind în coaja lui încă vreo douăzeci de substanțe, bineînțeles mai puțin importante.

Vitaminele

In anul 1535 francezul Cartier se îndrepta pe mare spre Labrador. Echipajul îi pierea văzînd cu ochii, secerat de o boală cumplită. Din cei 36 de oameni doar 10 mai erau în viață. Dar nici aceștia nu erau sănătoși. Toți prezentau aceleași simptome : îi dureau încheieturile, iar gingiile le erau atît de umflate și sîngerînde, încît dinții ieșeau pur și simplu din locașurile lor.

Cei zece marinari îndrăzneți n-au pierit, deoarece indigenii le-au venit în ajutor dîndu-le să bea o fiertură făcută din ace de brad. Ca prin minune, bolnavii se ridicau unul cîte unul pe picioare, însănătoșindu-se.

Boala necunoscută care secerase atît de fulgerător echipajul lui Cartier nu era alta decît scorbutul. Ea era urmarea faptului că în timpul călătoriei echipajul consumase numai alimente conservate, lipsite de o anumită substanță necesară organismului, ce se găsește mai ales în plante. Cum substanța se afla și în frunzulițele de brad, însănătoșirea navigatorilor nu se datora nici unei minuni.

Dar nu numai Cartier, ci o mulțime de savanți și exploratori renumiți, precum și echipajele lor, au fost seceraţi fără milă de scorbut. Nici savantul romîn Emil Racoviță, în drum spre Polul Sud, n-a fost cruțat de scorbut. De asemenea, l-au cunoscut Vasco de Gama și Magellan în expedițiile lor.

In istoria medicinei sînt amintite și alte boli asemănătoare. Ele se puteau combate numai cu fierturi de diverse plante. Acestea, deși aveau mare efect, se întrebuințau totuși la întîmplare. Nu se știa ce principiu activ combate boala.

Dar iată că anii au trecut, și o dată cu celelalte cunoștințe noi acumulate de om apar în medicină des-

coperiri însemnate. In anul 1881, tînărul medic rus Nikolai Ivanovici Lunin face o descoperire importantă : hrănind șoareci cu substanțe ce intră în compoziția laptelui, adică : proteine, săruri, lactoză și grăsimi, constată că ei nu suportă tratamentul și mor. Această descoperire remarcabilă a rămas însă fără răsunet, cercetătorul neavînd posibilități să-și continue studiile.

Dar ce însemna aceasta ? Insemna că laptele mai conține, pe lîngă toate celelalte substanțe cunoscute, și altele încă necunoscute, care, deși în cantități foarte mici, erau totuși suficiente să împiedice îmbolnăvirea.

N. I. Lunin a fost deci primul om de știință care a întrezărit existența vitaminelor. Totuși nu el le-a descoperit.

Zece ani mai tîrziu, un alt cercetător avea să găsească leacul unei boli groaznice. Prilejul s-a ivit atunci cînd guvernul olandez a hotărît să trimită în insula Java o comisie formată din oameni de știință, al cărui obiectiv era cercetarea bolii ce se manifesta prin tulburări nervoase, gastro-intestinale, de inimă și chiar paralizii. Dar nu numai insula Java căzuse victimă bolii, ci întregul Extrem Orient, a cărei populație se hrănea cu orez decorticat. Printre membrii comisiei medicale se află și doctorul Eijkman. El a constatat că dacă hrănește găinile cu orez decorticat, acestea fac o boală asemănătoare cu cea a omului. Schimbîndu-le hrana cu tărîțe de orez, ele se însănătoșeau repede.

Boala observată de Eijkman nu era alta decît beriberi, flagel ce bîntuia în Orient, unde populația se hrănea numai cu orez decorticat (cojit). Prin înlăturarea cojii se înlătură și vitamina atît de necesară organismului omenesc.

După constatarea lui Eijkman s-au făcut multe studii stabilindu-se definitiv faptul că în alimente există unele substanțe care deși se găsesc în cantități infime sînt strict indispensabile omului. Lipsa lor din alimentație duce la diferite boli. Așadar, pe lîngă cele trei substanțe alimentare fundamentale (grăsimi, glucide,

proteine) hrana noastră trebuie să conțină neapărat și vitamine.

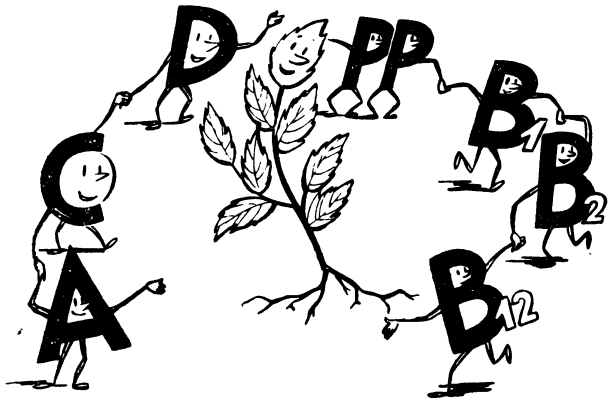
Istoria descoperirii vitaminelor nu se oprește însă aici. Se poate spune că abia acum începe. Biochimistul polonez Cazimir Frank, după 30 de ani de la moartea lui Lunin, în anul 1911, reușește să obțină un preparat care vindeca bolnavii de beri-beri. Medicamentul, sub formă de cristale, a fost preparat din tărîțele de orez; pentru vindecarea bolnavilor de beri-beri era suficientă o cantitate foarte mică.

Astăzi industria chimico-farmaceutică prepară vitaminele necesare omului din diferite materii prime, unele fiind de origine animală, iar altele de origine vegetală.

Din materia primă de origine vegetală, datorită activității metabolice a unor microorganisme, chimiștii pot obține o serie de vitamine. Astfel, din drojdii uscate se poate extrage vitamina B_1, numită și aneurină, și care joacă un rol important în asimilarea substanțelor zaharoase. Lipsa vitaminei B_1 provoacă și apariția bolii beri-beri.

Din drojdia de bere se izolează vitamina B_2. Numită și riboflavină sau lactoflavină, ea stimulează creșterea

„Alfabetul" vitaminelor.



organismului. Vitamina B_2 se mai poate obține și prin sinteză pornind, printre altele, de la o materie primă de origine vegetală: *d* — arabinoza. Tot din unele specii de drojdii s-a izolat și vitamina B_6, numită și adermină. Drojdiile produc și substanța chimică numită ergosterol, care prin expunerea la lumina solară trece în vitamina D — vitamina antirahitică.

Folosind microorganismele, chimiștii au reușit să pună în valoare deșeurile lichide ce rămîn la fabricarea celulozei. Acestea pot fi fermentate cu anumite drojdii, care produc, printre altele, vitamine și acizi nucleici. Pornind de la acizii nucleici obținuți, se pot fabrica și alte substanțe cu acțiune medicamentoasă, ca de pildă acizii adenozin-fosforici utilizați în tratamentul anghinei pectorale. După uscare și presare, drojdiile pot fi transformate în cărbune de drojdie, folosit în tratamentul afecțiunilor stomacale și intestinale.

In ultimul timp chimiștii au reușit să izoleze din mediul de fermentație al microorganismului Streptomices griseus, care produce streptomicina, vitamina B_{12}. Vitamina aceasta are o largă utilizare în medicină, fiind folosită drept medicament împotriva diferitelor afecțiuni.

Microorganismele producătoare ale fermentației alcoolice, pot „fabrica" și vitamina C. Pentru aceasta se modifică procesul de fermentație, astfel încît fermentul nu mai lucrează asupra glucozei în direcția obținerii alcoolului etilic. In final apar alte substanțe, care supuse anumitor transformări chimice duc la compuși chimici apropiați de vitamina C sau chiar la vitamina C.

Astăzi industria chimico-farmaceutică fabrică însă vitamina C prelucrînd mari cantități de produse vegetale, cum ar fi fructele de măcieș și de coacăz negru, acele de brad, coaja verde a nucilor etc.

Vitamina C este neapărat necesară organismelor slăbite, femeilor care alăptează și bolnavilor de tuberculoză. De fapt vitamina C nici n-ar trebui considerată drept medicament, ci drept „aliment" absolut necesar pentru buna funcționare a organismului.

În Uniunea Sovietică și la noi în țară oamenii de știință au făcut nenumărate cercetări pentru descoperirea celor mai potrivite materii prime necesare obținerii vitaminei C, în vederea acoperirii tuturor nevoilor populației. Aceste studii au dus la concluzia că un kilogram de coajă verde de nuci, în timpul culesului, conține 5—8 g vitamina C. Extragerea vitaminei C din coaja nucilor se face prin metode simple. Resturile fabricației nu sînt aruncate — ele se folosesc la tăbăcitul pieilor.

O listă fără sfîrșit

Fire văzute și nevăzute leagă industria chimico-farmaceutică de plante. Nenumărate sînt medicamentele fabricate integral din produse extrase din plante sau din substanțe obținute prin valorificarea chimică a masei vegetale. În rîndurile ce urmează nu prezentăm toate medicamentele pentru care plantele reprezintă o sursă de materii prime — lucru imposibil — ci vom arăta numai, cu ajutorul cîtorva exemple, că industria chimico-farmaceutică este strîns legată de plante.

Substanțele chimice pe care biochimiștii le capătă prin fermentarea produselor vegetale pun la dispoziția întreprinderilor chimico-farmaceutice — în afara antibioticelor — imense cantități de materii prime necesare fabricării diferitelor medicamente. Iată cîteva dintre ele: alcoolul etilic, glicerina, acidul acetic, alcoolul anilic, acidul lactic etc.

Să începem cu binecunoscutul alcool etilic. El este de nelipsit din aproape toate rețetele ce cuprind fricții, extracte tonice, tincturi etc. Dar alcoolul etilic este important și ca materie primă pentru fabricarea, prin sinteză, a altor medicamente sau substanțe folosite în medicină. Chimiștii prepară cu ajutorul lui kelenul sau clorura de etil, cloroformul, eterul, substanțe folosite drept anestezice în intervențiile chirurgicale. Pentru prepararea ultimelor două produse se poate folosi acetona în locul alcoolului etilic. Aceasta, la rîndul ei,

se fabrică fie prin fermentare, fie prin piroliza lemnelor. Alcoolul etilic mai este folosit și la fabricarea altor produse, binecunoscute de toată lumea, cum ar fi fenacetina, unele sulfamide, veronalul, aspirina etc., pentru a aminti numai cîteva.

Glicerina, utilizată de toată lumea mai ales în zilele de iarnă cînd mîinile se aspresc de vînt și ger, este folosită, printre altele, și la fabricarea unor întăritoare sub formă de acid glicerofosforic, glicerofosfat de calciu, de sodiu etc. Tot cu ea se prepară și metionina, medicament întrebuințat cu succes în unele maladii ale ficatului. Ca să sintetizeze metionina, chimiștii transformă glicerina în acroleină, o combină cu metil-mercaptanul, iar produsul îl supune încă cîtorva operații. Dar utilizarea glicerinei în medicină nu se reduce numai la aceste medicamente. Nu trebuie să uităm că medicii prescriu glicerina în nenumărate rețete, fie că este vorba de produse pentru „uz intern", fie pentru produse de „uz extern", cum sînt alifiile, pomezile etc.

O altă substanță pe care chimiștii o pot obține prin fermentație sau prin piroliza lemnului este acidul acetic. Acesta are nenumărate utilizări în industria chimico-farmaceutică de sinteză, unde el și compușii lui sînt folosiți pe scară foarte largă. De pildă, acidul acetic este întrebuințat curent la fabricarea unor sulfamide, a anestezinei, a aspirinei, la purificarea unor medicamente etc.

Substanța dulce din fructe — glucoza — este folosită foarte larg în medicină ca material energetic, adică drept material producător de energie. Cum medicina cere ca acest produs să fie foarte pur, industria farmaceutică prepară glucoza prin hidroliza amidonului în prezența acidului clorhidric, luînd însă toate măsurile ca produsul obținut să fie purificat cu cea mai mare grijă. Pornind de la glucoză se obține gluconatul de calciu, întăritor și calcifiant al oaselor. Pentru obținerea gluconatului, glucoza se oxidează electrolitic în prezența carbonatului de calciu, cînd se formează acidul gluconic. Dar acidul gluconic se ob-

ține și prin fermentarea unei soluții de glucoză cu diferite adaosuri de săruri.

Hexafosfatul, pe numele său chimic inozit-hexafosfat de calciu și de magneziu, este un amestec de săruri de calciu și magneziu ale diferiților acizi inozit-fosforici, mai ales ale acidului inozit-fosforic preparat din tărîțe de grîu.

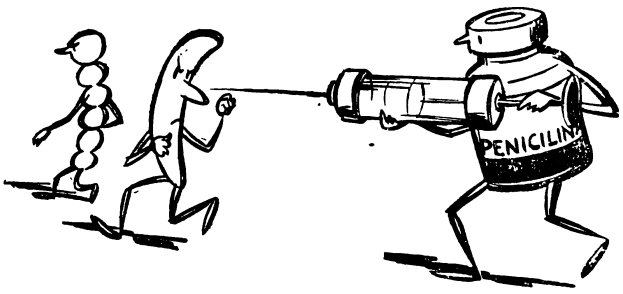
Din fructele viței de vie — strugurii — chimiștii au reușit să prepare astăzi și... medicamente. Astfel, din acidul tartric, extras din drojdia de vin, chimiștii au fabricat acidul piruvic, care dă prin reacție cu benzaldehid-anilina un medicament antireumatic.

Acum cîțiva ani medicii din Uniunea Sovietică au început să folosească un nou medicament preparat din struguri — naturoza. In compoziția noului medicament intră diferite săruri de fier, calciu, magneziu și potasiu, vitaminele B și C și, în cantitate mică, fermentul oxidaza. Rezultatele căpătate cu acest produs în clinicile sovietice arată că naturoza poate fi folosită cu succes în bolile aparatului cardio-vascular, aparatului respirator, în stările de oboseală, de subnutriție, precum și în multe alte afecțiuni.

Lista medicamentelor preparate din plante sau la care plantele contribuie într-un fel oarecare este departe de a fi încheiată. De altfel nici nu ne-am propus lucrul acesta. Pentru cititorii cărții este important un singur lucru: ca și în urmă cu veacuri, planta a rămas pentru om o sursă deosebită de medicamente.

Arme împotriva microbilor

Un automobil cu steag alb și cruce roșie pe el aleargă pe străzi claxonînd puternic. Este automobilul Salvării. Transportă un om în stare gravă. La spital, un consiliu medical, alcătuit în grabă, hotărește efectuarea cîtorva analize pentru a lămuri cazul. Analizele arată: „Cultură de sînge: frecvenți stafilococi prezenți!"



Penicilina atacă!

Medicul de serviciu privește gînditor buletinul de analiză și spune: „Penicilină!"

Aplecată asupra bolnavului, cu seringa în mînă, o soră face din trei în trei ore cîte o injecție. Bolnavul își revine: este salvat de la moarte.

Intîmplarea descrisă mai sus, face parte, ca multe altele, din vasta istorie cotidiană a medicinei și a produselor farmaceutice. Penicilina — binecunoscuta substanță cristalină sau uleioasă — are o istorie proprie, în care sînt amestecați, în aceeași măsură, atît planta inferioară Penicillium notatum, cît și medicii și chimiștii. Cum medicamentul acesta a făcut o adevărată revoluție în terapeutică, se cuvine să ne oprim puțin asupra antibioticelor.

Ce sînt antibioticele?

Cercetînd natura, oamenii de știință au putut afla că două sau mai multe organisme sau microorganisme pot conviețui în condiții armonioase, pe baza unui ajutor reciproc. Ei au numit acest fenomen „simbioză". Dar au mai stabilit ceva: în natură se întîmplă ca în același loc două specii de microorganisme să nu poată conviețui, deoarece una din ele secretă substanțe dăunătoare pentru cealaltă. Fenomenul a fost numit „antibioză", de la cuvintele grecești *anti* — contra, *bios* — viață.

Acest fenomen de antagonism, de luptă între unele bacterii sau organisme microscopice, a fost observat de mult, și descris de mari savanți ca : Pasteur, Joubert, Mecinikov și Babeș. Savantul romîn scria chiar în anul 1885 :

„Dacă am fi foarte avansați în studiul experimental al conflictului bacteriilor între ele, am ajunge probabil să tratăm unele maladii bacteriene prin alte bacterii". Dar de la aceste simple afirmații pînă la antibioticele de astăzi a fost cale foarte lungă.

Cunoscînd cele de mai sus, putem spune acum ce sînt antibioticele : sînt substanțe provenite din metabolismul unor organisme vii — bacterii, actinomicete, mucegaiuri sau alte plante, chiar și animale — care au proprietatea de a împiedica dezvoltarea microbilor. Sînt, într-un cuvînt, bacteriostatice, fără a distruge microbii. Unele antibiotice, la anumite concentrații, pot avea însă și o acțiune bactericidă, adică de a omorî microbii.

Cînd nu se cunoșteau încă efectele miraculoase ale antibioticelor, medicina a cunoscut cazuri ciudate de însănătoșire. Se povestește că un bătrîn ros de boală își căută adăpost în pivnița unei case, unde, credea el, își va putea aștepta liniștit sfîrșitul. Aici, în pivnița răcoroasă și mucegăită, bătrînul căzu în nesimțire. Cît timp a stat fără cunoștință nici el nu știa, dar după cîteva zile putu părăsi pivnița complet sănătos. Explicația cazului este astăzi simplă : probabil că în pivnița unde bătrînul se retrăsese să-și petreacă ultimele clipe ale vieții, se găsea un mucegai ce fabrica în corpul său antibioticul salvator, și care difuzat în aer era inhalat de bolnav.

De descoperirea puterii antibiotice a plantelor inferioare sînt legate numele a nenumărați savanți. Dar n-au lipsit nici înșelătorii. Iată ce scria, de pildă, farmacistul londonez Parkinson în anul 1640 : „Mucegaiul care crește pe craniile cadavrelor ce au stat mult timp în cavouri posedă minunata proprietate de a vindeca răni, fără întrebuințarea locală a vreunei alifii. S-a observat însă că ajută numai mucegaiul luat de

pe craniile celor spînzurați sau executați pentru crime!"

Acestor născociri copilărești li s-au opus mai tîrziu observațiile și concluziile unor adevărați oameni de știință. Astfel, în anul 1875, V. A. Manasev, a observat că dezvoltarea mucegaiului verde pe suprafața unei culturi de microbi ai fînului limpezește mediul de cultură, deoarece microbii sînt opriți să se mai dezvolte. Mai mult, el a întrebuințat mucegaiul acesta în tratamentul unor plăgi infectate, aplicîndu-l sub pansament. Dar de la aceste cercetări și observații și pînă la izolare sub formă cristalizată a primului antibiotic — penicilina — a trecut mai bine de o jumătate de secol. În timpul acesta, în lupta pentru medicamente mai bune, mai eficace, au intrat medici și chimiști renumiți.

Ultimul zid care bara drumul științei spre primul antibiotic a căzut atunci cînd, datorită progresului științei, doctorul Alexander Fleming observă în anul 1928 că mucegaiul Penicillium notatum oprește dezvoltarea stafilococilor. Deși Fleming a extras mucegaiul verde, cercetările făcute asupra lui au stat în loc timp de vreo zece ani. De ce? Pentru că izolarea penicilinei pure în cantități mari necesita aparate industriale și studii biochimice aprofundate; apoi, medicii — apăruseră între timp sulfamidele — nu simțeau nevoia unor medicamente mai bune împotriva infecțiilor. Războiul, cu groaznicele sale urmări, i-a determinat însă pe cercetători să caute și alte leacuri, mai bune chiar decît sulfamidele.

Extragerea penicilinei, născută în urma unui proces fermentativ, necesita intervenția chimiștilor abili. Astăzi penicilina se fabrică în multe uzine din lume. Și în țara noastră a intrat în funcțiune, în anul 1956, fabrica de la Iași unde, printre alte antibiotice, se produce și penicilina.

Să facem acum o vizită la o astfel de fabrică, unde plantele microscopice prepară medicamente salvatoare. În primul rînd să vedem cum se obține penicilina.

Fără îndoială că orice cititor își închipuie că pentru a urmări fazele procesului tehnologic al fabricării pe-

nicilinei trebuie să înceapă vizita cu niște hale uriașe, unde mari cantități de materii prime sînt supuse prelucrării. In cazul fabricării antibioticelor lucrurile nu stau însă așa. Și asta, pentru că vizita la o astfel de fabrică începe cu... laboratoarele de control al procesului de fabricație. Lucrul pare destul de ciudat, dar dacă aflăm motivul constatăm că este foarte normal. Iată de ce: în laboratoarele de control începe ciclul de fabricație, pentru că aici se păstrează și se prepară sporii mucegaiului Penicillium. Cu alte cuvinte, laboratorul de control ține loc de „magazie de materiale", punct de unde începe orice proces tehnologic.

Așadar, acestea fiind cunoscute, iată-ne în laboratorul de control. Aci totul strălucește de curățenie, iar muncitorii, echipați ca niște medici pentru sala de operație, veghează asupra utilajelor sterilizate cu cea mai mare grijă.

Cînd începe un ciclu de fabricație se însămînțează o mică cantitate de spori ai mucegaiului Penicillium într-un vas cu mediul de cultură, sterilizat și el în prealabil. După un timp în care s-a urmărit continuu dezvoltarea mucegaiului, cînd mucegaiul a atins un anumit stadiu de dezvoltare, încărcătura este trecută în alt vas de aproximativ zece ori mai mare ca primul. Aici mucegaiul își continuă dezvoltarea, iar cînd a atins faza cerută de prescripțiile de fabricație este introdus în fermentatorul de regim.

Fără îndoială că fermentatorul de regim este instalația cea mai impunătoare din fabrică, și pe bună dreptate. Dacă-l priviți seamănă cu un vagon-cisternă așezat vertical, dar e mult mai lung decît un vagon obișnuit, deoarece înălțimea lui este cît cele patru etaje ale halei în care e montat. Pentru buna dezvoltare a mucegaiului, fermentatorul de regim este prevăzut cu un agitator puternic, un fel de vîrtelniță, și cu o conductă prin care se poate introduce aer — bineînțeles sterilizat cu ajutorul unor filtre speciale.

Dar pentru dezvoltare mucegaiul trebuie hrănit. De aceea i se pregătește un mediu de cultură, în care el se înmulțește și se dezvoltă. Mediul de cultură este o soluție care cuprinde glucoză — fabricată tot din ma-

terii prime vegetale — lactoză, extract de porumb — soluție ce rămîne după înmuierea porumbului folosit pentru fabricarea amidonului — precum și diferite săruri minerale. De asemenea, în vederea obținerii unei cantități sporite de penicilină, se adaugă în mediul de cultură așa-numiții „precursori", substanțe ce pot fi asemuite într-o anumită măsură cu catalizatorii folosiți curent în chimie. Dar spre deosebire de aceștia, „precursorii" se consumă parțial în reacție.

In fermentator mucegaiul își desăvîrșește stadiile de dezvoltare, producînd o anumită cantitate de antibiotic. Cînd procesul de dezvoltare al mucegaiului s-a desăvîrșit, se întrerupe fermentația și întreaga încărcătură a fermentatorului este filtrată, separîndu-se astfel mucegaiul de mediul de cultură care cuprinde antibioticul.

De acum încolo, continuînd vizita noastră, părăsim secția de fermentare și pătrundem în secția de extracție, unde antibioticul este separat de soluția în care-i dizolvat. In continuare penicilina pătrunde în secția de condiționare. Aici ea este analizată, cîntărită și introdusă în sticluțe sterile, de unde ia drumul farmaciilor. Acesta-i, pe scurt, drumul penicilinii în fabrică. In general, cam așa se fabrică toate antibioticele.

După succesul înregistrat în medicină, biochimiștii au căutat să găsească și alte antibiotice. Astfel agronomul francez René Dubois reușește să extragă din bacilul Brevis un antiseptic foarte puternic, pe care-l numește tirocitrină. Acesta era însă un amestec de două substanțe: gramicidina și tirocidina.

In anul 1942 cercetătorii sovietici G. F. Ganze și M. G. Brajnikova au izolat dintr-un bastonaș sporic din solul aflat în jurul Moscovei un nou antibiotic, care a fost numit gramicidina sovietică, prescurtat gramicidina S.

Tot în lumea microorganismelor medicii au găsit și alți aliați prețioși. Este vorba de antibioticele extrase din actinomicele. Astfel, în anul 1944, Waksmann Schatz și Bugie, obțin streptomicina din Streptomices griseus, antibiotic care are proprietatea de a opri creșterea altor microbi, asupra cărora penicilina n-are nici

un efect, de pildă asupra bacilului Koch. Ca și penicilina, ea se obține tot în urma unui proces fermentativ. De altfel, prima fază a fabricării — fermentarea — nu se deosebește prea mult de fermentarea folosită la fabricarea penicilinei. După fermentare masa ce cuprinde microorganismul și mediul său de cultură este filtrat, iar din soluția obținută se extrage streptomicina, care după purificare este introdusă în sticluțe.

Domeniul antibioticelor a cunoscut în ultimii ani o dezvoltare extraordinar de rapidă și fructuoasă. Dacă în anul 1946 erau cunoscute numai trei antibiotice cu activitate terapeutică, și anume, penicilina, streptomicina și tirocitrina, în prezent sînt cunoscute sute și numărul lor crește continuu.

IN LUMEA MASELOR PLASTICE

Materiale noi

Oricine cunoaște masele plastice. În urmă cu vreo douăzeci de ani, doar chimiștii însă le întrezăreau un viitor. Cînd, în timpul războiului, lipsa de metale, cauciuc, mătase etc. s-a făcut simțită, trebuiau căutate materiale înlocuitoare tot atît de bune sau poate chiar mai bune decît acestea. Chimiștii le-au găsit în persoana maselor plastice.

Unele mase plastice sînt aproape tot atît de tari ca și oțelul; altele sînt mai ușoare decît aluminiu, tot atît de transparente ca și sticla, moi și elastice ca și cauciucul. Natural, o singură masă plastică n-are toate aceste proprietăți la un loc, dar — o dată ce nu e vorba de produse naturale, ci de produse făcute de mîna omului — compoziția lor chimică poate fi variată în așa fel încît să satisfacă anumite cerințe. Ele mai prezintă și alte avantaje. Astfel, sînt ușoare, pot

fi presate în plăci de orice grosime, care încălzite se modelează cu uşurinţă, iar după răcire îşi păstrează forma.

Astăzi masele plastice sînt tot mai mult folosite în locul materialelor devenite clasice. Dacă privim în jurul nostru le descoperim pretutindeni: de la materialul din care se confecţionează şepci şi pînă la galoşi, de la volanul automobilului şi pînă la micuţa garnitură ce nu lasă benzina să scape, de la feţe de masă pînă la veselă de bucătărie, de la mica piesă de radio pînă la enorma cutie a aparatului.

Ce este o masă plastică ? Răsfoind dicţionarul aflăm că un material este „plastic" atunci cînd îi putem da o formă, modelîndu-l. Desigur răspunsul nu este prea mulţumitor. Noi, care nu urmărim să dezlegăm toate tainele maselor plastice, ne vom mulţumi cu el, completînd explicaţia dicţionarului în felul următor. Masele plastice moderne sînt în general substanţe organice cu anumite proprietăţi specifice, obţinute prin sinteză. De cele mai multe ori ele reprezintă un amestec (aşa-numita „compoziţie") de diferite materiale. Componenţii principali fiind: liantul (masa plastică propriu-zisă), materialul de umplutură (rumeguş, nisip, azbest, hîrtie etc.) şi plastifiantul (camfor, glicerină etc.).

Masele plastice sînt cunoscute de om încă din vechime. Argila, răşina brazilor, chihlimbarul, asfaltul şi cauciucul sînt cîteva mase plastice naturale.

In secolul nostru, mai precis în ultimii douăzeci de ani, masele plastice au mers într-un marş triumfal. Rapidul progres al industriei maselor plastice se datorează pe de o parte dezvoltării chimiei, iar pe de alta variatelor surse de materii prime din care ele se pot fabrica. Astfel, drept surse de materii prime se folosesc: ţiţeiul, cărbunele, gazul metan, nisipul, laptele şi, bineînţeles, materialul vegetal, adică plantele. De altfel dacă plantele n-ar fi avut nici o legătură cu masele plastice, n-ar fi avut rost capitolul de faţă.

Industria maselor plastice, ramură tînără a industriei noastre chimice, va produce tot mai mult în anii următori. Ea va mări baza de materii prime pentru

industrie și va permite să se facă importante economii de metal și lemn. Astfel din cele 95 000 tone ce se vor produce în 1965 circa 30 000 tone mase plastice vor înlocui 180 000 tone de metale feroase, iar 5 000 tone vor înlocui 30 000 tone metale neferoase. Din ele se vor fabrica diferite piese ușoare și trainice, menite să îmbunătățească indicii calitativi ai mașinilor produse la noi în țară. De asemenea din mase plastice se vor produce nenumărate bunuri de larg consum, ieftine, rezistente și frumoase.

In paginile următoare vom vedea cum poate fi valorificat materialul vegetal pe cale chimică, pentru obținerea maselor plastice.

Biliard, cinematograf și... plante!

Cu greu se poate face o asociație între aceste trei noțiuni disparate. Și totuși există o legătură între ele.

In vara anului 1863 locuitorii orășelului Albany din America de Nord au putut citi un anunț deosebit. Cu litere de-o șchioapă, el avertiza trecătorii că ziarul fraților John și Smith Hyatt a instituit un premiu de 10 000 de dolari pentru cel ce va confecționa bile de biliard și din altceva decît din fildeș. Anunțul era într-adevăr senzațional. 10 000 de dolari pentru un asemenea fleac! Să arunci pe fereastră o avere pentru niște bile de biliard!

Pe vremea cînd începe povestirea noastră bilele de biliard se făceau numai din fildeșul elefanților din Africa, și cum aceștia nu se prea lăsau ușor vînați, bilele sportului practicat de frații Hyatt erau destul de scumpe. Ce s-au gîndit ei atunci? Un anunț senzațional, dotat cu un premiu măreț, ar putea rezolva două probleme. Intîi ar face ca măcar o dată tirajul ziarului lor să se vîndă, iar în al doilea rînd, poate că reușea cineva să găsească un material bun de folosit în locul fildeșului.

In ceea ce privește prima problemă frații Hyatt au avut dreptate: pentru prima dată în istoria ziarului

din Albany, acesta s-a vîndut. In ceea ce privește însă a doua problemă, lucrurile nu mergeau prea bine. De fapt mergeau foarte prost, fiindcă nimeni n-o lua în seamă. In fața unei asemenea situații, ce mai puteau face ghinioniștii jucători de biliard decît să atace chiar ei problema ?

Punctul de plecare l-a constituit o idee a lui John Hyatt. Acesta își aduse aminte că în timpul exercitării profesiei sale de tipograf se zgîria sau se tăia adeseori. Și cum e incomod să fii mereu bandajat, utiliza un anume procedeu : își proteja degetele muindu-le într-o soluție de colodiu, substanță care se întărește după evaporarea solventului.

Astfel, iscoditorii jucători de biliard, folosind colodiul drept liant, începură să confecționeze bile de biliard din tocătură de hîrtie și praf de fildeș, aglomerate prin presare. Incercările lor nu dădeau însă rezultate, așa că rînd pe rînd procedeele întrebuințate erau părăsite și înlocuite cu altele.

Trecuseră șapte ani din ziua cînd se publicase năstrușnicul anunț, și încă nimeni nu rezolvase problema bilelor de biliard. In timpul acesta chimia făcea progrese continue, se descopereau noi substanțe, noi legi, se creau noi teorii bazate pe experiență. Intr-o zi, unul din frații Hyatt află că se făcuseră încercări nereușite ca să se plastifice nitroceluloza cu camfor, în vederea transformării ei într-un material ce putea căpăta prin presare diferite forme. Incercară și ei imediat acest procedeu. De astă dată norocul le surîse. Amestecînd la cald două părți nitroceluloză cu o parte camfor, obținură un material ce putea fi presat sau tras în foi. Entuziasmul fraților Hyatt era fără margini ; deși nu obținuseră ceva din care să poată fabrica bile de biliard, obținuseră totuși... celuloidul, prima masă plastică creată prin aplicația sintezei chimice în tehnică.

Descoperitorii dăruiau lumii un material nou. El a fost imediat îmbrățișat de industriile chimice ce se năsteau, și dat în comerț sub formă de plăci, jucării,

farfurii etc. Mai mult, celuloidul contribui la apariția cinematografului. Astfel, prin anul 1887, folosindu-se pelicula de celuloid ca suport al emulsiei fotografice, se obține pelicula fotografică — filmul — și se naște cinematograful.

Cinematograful nu era însă mulțumit cu celuloidul preparat de frații Hyatt. Cauza o constituia inflamabilitatea lui deosebită, existînd în tot timpul proiectării filmului pericolul de incendiu. Dar și această problemă a fost rezolvată de chimiști.

Rînd pe rînd, în locul nitrocelulozei inflamabile se introduce în fabricație acetil-celuloza, etil-celuloza și butiro-acetatul de celuloză. In felul acesta se obțin în locul celuloidului mase plastice neinflamabile ca : celonul, ecaronul, tenitul, triafolul etc.

Și acum, pentru a afla legătura dintre cele trei noțiuni puse drept titlu acestui capitol, a mai rămas să vorbim și despre... plante.

Cu ce au contribuit plantele la descoperirea celuloidului și a celorlalte mase plastice asemănătoare cu el ? Cu materia primă. Fără celuloză și camfor — substanțe ce se obțin din plante (camforul poate fi fabricat astăzi și sintetic) — frații Hyatt n-ar fi putut anunța lumii marea lor descoperire. Modul de fabricare a celulozei îl cunoaștem din celelalte capitole. Camforul, o cetonă ciclică, se căpăta pe vremea copilăriei celuloidului numai din arborele de camfor. De aceea soarta primei mase plastice create prin sinteză a fost strîns legată la început de sursele de camfor. Importanța arborelui de camfor a fost atît de mare, încît după războiul imperialist dus de Japonia împotriva Chinei, în anul 1905, prima dobîndi controlul asupra bogatelor regiuni chineze producătoare de camfor natural. In felul acesta Japonia imperialistă căpătă aproape un monopol absolut asupra camforului și, ca urmare a stăpînirii arborilor de camfor, producția ei de celuloid crescu într-atît, încît în preajma primului război mondial deveni prima țară din lume producătoare de celuloid.

Căutînd să valorifice cît mai raţional materialul vegetal, chimia a dat celulozei noi şi noi utilizări. Dacă privim un brad cu ochii unui chimist, acolo unde alţii nu observă decît frunzuliţe verzi ca nişte ace, cu miros pătrunzător de răşină, am vedea aninîndu-se de crăci celuloid, celofan, diferite alte mase plastice de origine vegetală provenite din celuloză şi multe alte produse. Bradul devine în felul acesta un „pom de iarnă", împodobit cu fel de fel de daruri.

Ca să obţină celuloza necesară fabricării maselor plastice de origine vegetală, chimiştii se adresează fie industriei hîrtiei ce le pune la dispoziţie celuloza fabricată de ea, fie valorifică deşeurile de bumbac — lintersul — formate aproape numai din celuloză pură.

Pentru fabricarea celuloidului, celuloza trebuie transformată în nitroceluloză. Să ne oprim puţin. Molecula celulozei conţine trei grupe oxidril (—OH), aşa că prin tratare cu un acid, în anumite condiţii, poate da un produs — un ester, cum este numit — conţinînd trei resturi de acid. Esterii celulozei cu acidul azotic se numesc nitroceluloze; ele sînt în număr de trei.

In practică, nitroceluloza (numele sub care se înţelege amestecul celor trei nitroceluloze) se obţine prin tratarea celulozei cu un amestec de nitrare, format din acid azotic şi acid sulfuric. Amestecul de esteri azotici, obţinuţi la nitrarea celulozei, conţine cantităţi variabile de azot. Produsul cu un conţinut mare de azot (13—14,6%) poartă numele de piroxilină. Presată în pastile, ea e folosită drept exploziv în lucrările miniere. Tratată cu diferite substanţe chimice piroxilina se transformă în „pulbere fără fum", exploziv folosit astăzi de toţi vînătorii.

Nitroceluloza cu 11—12% azot este denumită coloxilină. Din ea se face celuloidul şi lacuri speciale, aşanumite lacuri nitro. Celuloidul se fabrică printr-un procedeu relativ uşor de realizat în tehnică, care constă în încorporarea la cald a camforului în masa de nitro-

celuloză. Incorporarea camforului are loc într-un vas special, numit malaxor, cu ajutorul alcoolului etilic. După terminarea întregului proces, rezultă o pastă vîscoasă. Ea este trecută apoi printr-un fel de laminor, unde alcoolul se evaporă și materialul se transformă în plăci de celuloid. Acestea, presate la cald, formează blocuri compacte.

Cu toate că celuloidul este foarte inflamabil, are încă nenumărate utilizări. Asta, datorită ușurinței cu care poate fi prelucrat, lipit, suflat etc.

Industria cinematografică cere pentru filme un material transparent, flexibil și mai ales neinflamabil. Celuloidul dovedise că poate satisface primele două condiții. În ce privește a treia, lucrurile stăteau destul de prost. Asta pînă ce au apărut... rudele celuloidului.

Dacă se tratează celuloza cu acid acetic se obțin, ca și în cazul acidului azotic, esteri ai celulozei. Aceștia, însă, se numesc acetați de celuloză sau acetil-celuloze. Spre deosebire de nitroceluloză, ei nu sînt inflamabili, așa că pot fi folosiți pentru fabricarea „celuloidului

Galalitul se fabrică din lapte.

care nu arde" sau a celonului, cum mai e numit. Celonul se obține ca și celuloidul, folosindu-se pînă și un utilaj asemănător. Celuloza purificată se tratează cu un amestec de anhidridă acetică și acid acetic, în prezența acidului sulfuric sau a clorurii de zinc, care au drept scop să atragă apa provenită din reacție. Produsul rezultat poartă numele de triacetat de celuloză tehnic sau acetil-celuloza primară. Nefiind solubil în solvenți obișnuiți, el nu are întrebuințări practice. Prin încălzire însă cu acizi diluați trece în acetil-celuloza secundară sau celita, produs obținut în anul 1908. Celita tratată cu anumite substanțe chimice și supusă unor procedee mecanice, asemănătoare cu cele folosite la fabricarea celuloidului, se transformă în celon—celuloid neinflamabil.

Familia maselor plastice celulozice nu se rezumă doar la aceste substanțe. Ați uitat celofanul? Foița subțire în care sînt ambalate astăzi nenumărate produse de larg consum? Afară de acesta chimia modernă a dat naștere și altor mase plastice celulozice cum ar fi, de pildă, tenitul, etocelul, tiloza etc., excelente materii ajutătoare în industria textilă, electrotehnică, aeronautică, navală, de automobile etc.

Inainte de a încheia acest capitol, vom mai aminti cîteva mase plastice fabricate din anumite materii prime naturale. Anul 1900 a adus pe lume galalitul, un material obținut prin întărirea cazeinei din lapte cu aldehidă formică. Din el se produceau pînă mai ieri, în mod exclusiv, nasturi, piepteni, scrumiere, pipe etc. Pentru asta cazeina era precipitată din lapte, purificată, apoi tratată cu aldehidă formică pentru a se întări.

Cazeina din lapte n-a mulțumit pe chimiști fiindcă era un material destul de scump, așa că ei s-au hotărît să caute alte izvoare de cazeină. Multe plante conțin substanțe proteice. Substanțe apropiate din punct de vedere chimic de cazeină, cum ar fi, de pildă, glutencazeina, legumina, faseolina, vicilina, edestina, glicilina se întîlnesc în mazăre, linte, fasole obișnuită, fasole soia etc. In felul acesta, după nasturii și pieptenii din... brînză, au apărut aceleași obiecte din... fasole!

Primii călători europeni care au păşit pe pămîntul american au fost atraşi de un material negru, urît mirositor, folosit de localnici pentru confecţionarea diferitelor obiecte : haine prin care nu trece ploaia, lumînări, vase pentru păstrat apa etc. Materialul acesta bun la toate nu era altul decît cauciucul. Dar cîte nu s-au întîmplat pînă să ajungă cauciucul atît de cunoscut şi atît de folosit ! Intîmplările cauciucului pot constitui, fără îndoială, adevărate volume de aventuri.

La început el se obţinea numai din arborele brazilian Hevea brasiliensis, din familia Euforbiacee. Acesta conţine în sucul său — în latex — o mare cantitate de cauciuc. Latexul nu este secretat însă numai de Hevea brasiliensis. Mai sînt şi alţi arbori şi arbuşti din diferite familii botanice care pot furniza cauciuc. Hevea, însă, dă un latex cu un conţinut mare de cauciuc (28—30%) de bună calitate şi de aceea este cel mai important furnizor de cauciuc natural. Astfel, în Guyana creşte Hevea guyanensis, o euforbiacee asemănătoare Heveii brasiliensis. In Brazilia de Nord vegetează prin stepe o altă euforbiacee producătoare de cauciuc, Manihot groziovii. Ceva mai la nord, prin ţările Americii centrale, creşte un alt producător de cauciuc originar din Mexic. Este o specie de moracee, denumită Castilloa elastica din care se obţine un cauciuc de calitate inferioară, cauciucul de cartagena sau guayaquil. Mult mai la sud, prin Bolivia centrală, există o specie de opocinacee ce furnizează aşa-numitul cauciuc de Pernambuco.

Dacă în Brazilia creşte cel mai bun producător de cauciuc, apoi această ţară nu este singurul loc în lume unde se întîlnesc arbori de cauciuc în stare sălbatică. Africa, Asia şi Indonezia îşi au şi ele speciile de arbori producători de cauciuc, numai că producţia acestora, în comparaţie cu a Heveii, e mai scăzută şi de calitate mai inferioară.

In afara acestor plante specifice brîului cald al Pămîntului, mai sînt cîteva care pot rivaliza cu falnicul

S. V. Lebedev, creatorul cauciucului sintetic din alcool etilic.

Hevea, bineînțeles nu în dimensiuni, ci în ceea ce privește producția de cauciuc la hectar. Este vorba, așa cum probabil ați bănuit, de vestiții kok-sagîz, și tausagîz, plante cauciucofore descoperite de oamenii sovietici.

Lărgirea surselor de cauciuc avea o motivare temeinică: tehnica nu se poate dezvolta fără acest material elastic. Astăzi, peste tot unde sînt vehicule în mișcare se află și cauciucul. La avion, cauciucul se întrebuințează în anvelopele roților, în garniturile motoarelor, în blindajul rezervoarelor de carburanți, în învelișurile destinate să apere avionul de givraj, în bărcile pneumatice de salvare ale hidroavioanelor sau aparatelor ce zboară peste mare. De asemenea, cauciucul însoțește vaporul pe apă, submarinul în adînc și automobilul pe drum, intrînd în alcătuirea unor părți ale instalațiilor acestora.

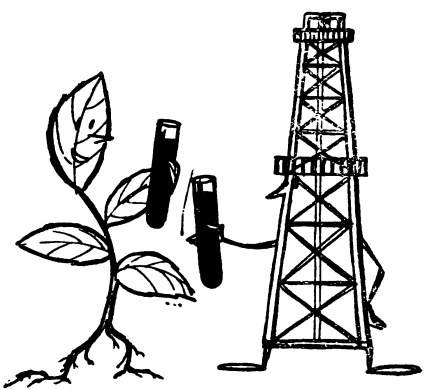
Datorită utilizării lui, producția de cauciuc a cunoscut într-un timp relativ scurt o dezvoltare uriașă. Și cînd s-a văzut că producția de cauciuc natural nu mai putea satisface toate necesitățile lumii, în continuă creștere, știința modernă a cucerit pentru om, prin sinteză chimică, noi și cu timpul uriașe cantități de cauciuc.

Pentru țara noastră cauciucul prezintă o deosebită importanță, nu numai pentru că tehnica modernă și viitoarea dezvoltare industrială va însemna an de an

un consum sporit de cauciuc, ci mai ales pentru că Republica Populară Romînă va deveni un însemnat producător de cauciuc. Bineînțeles, nu este vorba de cauciucul natural, ci de cauciuc sintetic, obținut din țiței.

Ca și în alte mari realizări ale științei, în producerea cauciucului sintetic plantele au avut un mare rol, căci ele au fost acelea care au pus la îndemîna marelui chimist rus S. V. Lebedev materia primă pentru sinteza cauciucului.

In seara de 3 decembrie 1909, S. V. Lebedev făcu în fața Societății Ruse de Științe Fizico-Chimice o comunicare referitoare la polimerizarea hidrocarburilor și prezentă totodată un gram de cauciuc sintetic obținut din alcool etilic. Unicul gram de cauciuc sintetic a dovedit lumii că elasticul material poate fi fabricat cu succes nu numai în pădurile seculare ale Braziliei, ci și în eprubetele chimiștilor. Mai mult: el a arătat că se poate obține cauciuc din orice plantă, dacă pentru obținerea materiei prime intervin: lemnul, cerealele, cartoful, hidroliza și micuța plantă Sacharomices cerevisiae. Asta, pentru că toate la un loc pot da naștere alcoolului etilic, substanță de la care a pornit Lebedev la sinteza cauciucului.



Plantele și țițeiul au colaborat la nașterea cauciucului sintetic.

De la alcool etilic drumul spre cauciucul sintetic trece pe la divinil sau butadienă, cum mai e numită această hidrocarbură. Divinilul, gaz la temperatura şi presiunea obişnuită, şi lichid la minus 4—5°C sau sub presiune, este alcătuit — ca orice hidrocarbură numai din hidrogen şi carbon — din şase atomi de hidrogen şi patru de carbon.

Pînă aici nimic neobişnuit. Numai că fiind o hidrocarbură nesaturată, divinilul polimerizează. Adică, moleculele lui mici, izolate şi uniforme, se unesc alcătuind o moleculă mare, complicată, de sute de mii de ori mai grea decît cea de hidrogen, alcătuită din sudarea a sute de molecule de divinil.

In linii mari, în industrie lucrurile se petrec în felul următor. Alcoolul etilic, obţinut prin fermentarea hidrolizatelor de lemn, a deşeurilor vegetale sau a amidonului, prin sinteză etc. este transformat în vapori de alcool. Aceştia sînt introduşi în cuptoare speciale, în interiorul cărora se află un catalizator. Aici, la o temperatură de cîteva sute de grade, vaporii de alcool se descompun, dînd naştere la mai multe substanţe chimice, printre care şi divinilul. Din numai două molecule de alcool etilic intrate în proces rezultă o moleculă de divinil, una de hidrogen şi două de apă. In mod teoretic din fiecare 10 kg de alcool intrate în cuptorul de contact rezultă 6 kg de divinil. Asta înseamnă că dintr-o tonă de lemn, care furnizează 150 kg alcool etilic, se obţin 90 kg de divinil.

Plantele mai pot furniza însă cauciucului sintetic o materie primă din care se poate ajunge la divinil. Este vorba de furfurol. Pentru asta furfurolul este hidrogenat şi astfel transformat în hidrofuran, de la care printr-un procedeu anumit se ajunge la divinil.

După purificarea divinilului, care se poate face tot cu furfurol, acesta este trecut în autoclave sub presiune unde are loc polimerizarea. Ea durează vreo 20 de ore.

Un alt savant sovietic, chimistul A. E. Favorski, a arătat că acetona — obţinută din produse vegetale sau prin sinteză — se poate condensa cu acetilena. Plecînd de aici, Favorski a unit acetilena cu acetona

a supus produsul obținut unor serii de reacții, reușind pînă la urmă să capete izoprenul — substanța de bază a cauciucului natural. Polimerizîndu-l, chimistul fabrică un cauciuc sintetic. Pentru realizarea acestei sinteze Favorski a fost distins cu titlul de laureat al Premiului Lenin.

Cu toate că știința a descoperit astăzi și alte surse economice de materii prime de la care se poate ajunge la divinil (e vorba de țiței și gaze naturale), importanța sintezei lui Lebedev rămîne foarte mare din punct de vedere istoric, ea fiind prima sinteză industrială a cauciucului pornind de la alcoolul etilic obținut din produse vegetale. Deci, am putea spune că dacă oamenii de știință n-ar fi cunoscut hidroliza materialelor vegetale, realizarea practică pe scară industrială a cauciucului sintetic ar fi mai întîrziat.

Este demn de reținut că, în același timp cu Lebedev un alt chimist sovietic, Bîzov, a prezentat o propunere pentru obținerea cauciucului pornind de la divinil fabricat din țiței. Dar, comparativ, procedeul lui Bîzov era mai puțin pus la punct. Așa că în prima luptă dintre țiței și produse vegetale, în dispută pentru cauciuc sintetic, produsele vegetale au ieșit învingătoare, datorită hidrolizei și fermentației.

FIBRE BUNE ȘI IEFTINE

Visuri și realități

De-a lungul veacurilor omul s-a străduit necontenit să-și facă felurite veșminte, ca să-și apere corpul de mușcătura aspră a gerului sau de sulițele fierbinți ale Soarelui. La început, cînd trăia din vînat și se adăpostea prin peșteri, îmbrăcămintea lui era pielea unui animal ucis. Peste veacuri și veacuri, pășind pe făgașul unor nesfîrșite și nepreținute cuceriri, omul constată că

pielea unui animal nu-i un veşmînt prea comod, aşa că începe să caute alte materiale din care să-şi facă îmbrăcămintea.

Cînd omul învaţă să facă unelte şi să muncească pămîntul, veşmîntul lui se schimbă : în locul pieilor apar ţesăturile de lînă, de bumbac şi de mătase. „Materia primă" îi era furnizată de oaie, de planta bumbac şi de viermele de mătase (Bombyx mori). Dintre toate mătasea era cea mai scumpă şi cea mai frumoasă. De aceea nu este de mirare că de-a lungul timpului nenumăraţi cercetători au încercat s-o producă în cantităţi mari, fără însă a apela la Bombyx mori.

Printre cei atraşi de mirajul producerii mătăsii în laborator a fost şi învăţatul englez Robert Hooke (1635—1703), cunoscut, printre altele, ca primul om ce a văzut la microscop celula vegetală. Acesta era convins că mătasea ar putea fi preparată artificial, dacă s-ar găsi un lichid vîscos asemenea lichidului din care viermii îşi torc firele.

Mai tîrziu, prin anul 1734, învăţatul francez Réaumur, descoperitorul termometrului cu alcool, studiază viaţa viermilor de mătase şi încearcă chiar să reproducă în laborator procesul prin care aceştia torc firul lucitor. „Mătasea — scrie Réaumur în lucrarea sa „Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des insectes" — este de fapt doar un fel de soluţie de gumă uscată la aer. N-ar fi oare cu putinţă să se prepare din soluţii de gumă sau răşină un produs asemănător mătăsii ? La prima vedere s-ar părea, desigur, că ideea aceasta este oarecum greşită. Dar după o matură chibzuinţă se ajunge la convingerea că este vorba de o idee care făgăduieşte rezultate bune.."

Visurile şi încercările acestor învăţaţi n-au dus însă la nici un rezultat practic, de aceea au doar o importanţă istorică.

Peste o sută şi ceva de ani, în anul 1840, lumea ştiinţifică avea să înregistreze descoperirea ozonului, care n-avea nimic comun cu mătasea artificială. Totuşi, de ozon este legată descoperirea unei substanţe

din care mai tîrziu s-a putut prepara, în sfîrșit, prima mătase artificială. Iată cum s-au întîmplat lucrurile.

După ce descoperise ozonul, chimistul C. F. Schönbein din Basel căută să afle natura produsului obținut. Pentru asta făcea nenumărate experiențe.

Intr-o zi, Schönbein realiză un amestec de acid sulfuric și acid azotic și începu să trateze cu el tot felul de substanțe organice și anorganice. Din întîmplare îi căzu în mînă și un petec de hîrtie. Il tratâ și pe el cu amestecul făcut. Observă atunci că hîrtia devenise impermeabilă și transparentă. Dar curînd Schönbein mai descoperi ceva: pașnica hîrtie devenise explozivă. Fire cercetătoare, Schönbein nu putea lăsa misterul acesta nedezlegat. Abandonă, așadar, problema ozonului, și se apucă să dezlege misterul hîrtiei explozive. Continuă deci experiențele în această direcție.

Pe vremea aceea hîrtia se făcea din zdrențe, așa că Schönbein se gîndi să supună acțiunii amestecului de acid sulfuric și acid azotic materialul de bază folosit la fabricarea ei, adică diferite fibre vegetale. Schönbein folosi fire de in, de cînepă și de bumbac. Lucrînd mai mult timp asupra bumbacului, constată că acesta, după ce e tratat cu acizi și e uscat, capătă o oarecare asprime la pipăit, iar cînd e frecat între degete fîșiie ca mătasea. Asta însemna că se întîmplase totuși ceva cu bumbacul, deși firele sale puțin îngălbenite n-arătau să fi suferit transformări prea mari. Dar și bumbacul acesta devenise exploziv. Din punct de vedere chimic el era acum nitrocelulozâ.

Schönbein descoperise în felul acesta fulmicotonul, substanță care putea înlocui praful de pușcă. Căutînd să transforme bumbacul exploziv într-un produs util, Schönbein ajunse însă la colodiu.

După cîțiva zeci de ani, englezul J. W. Swan reuși să obțină fire de mătase artificială, ba chiar să facă țesături din colodiu. Descoperirea însă nu l-a interesat, deoarece el era electrotehnician și se ocupa cu problema becurilor de iluminat.

Cel ce avea să fabrice mătasea artificială, atît de dorită de înaintaşii săi, a fost francezul Hilaire de Chardonnet.

Chardonnet, independent de Swan, a aplicat acelaşi procedeu pentru realizarea firelor de mătase. Pentru asta a presat fulmicoton dizolvat în eter (colodiu) prin găurile fine ale unor tubuşoare şi a obţinut, după evaporarea dizolvantului, nişte fire lucioase ca mătasea, pe care le numi „soie artificielle", adică mătase artificială. Succesul însă n-a fost căpătat uşor; Chardonnet a trebuit să lucreze 15 ani pînă să ajungă la primele rezultate. Peste cîţiva ani, în 1890, s-a ridicat în oraşul Besançon prima fabrică de fibre artificiale.

Pe la sfîrşitul secolului al XIX-lea, în anul 1891, chimiştii englezi Cross, Bevan şi Beadle reuşesc să fabrice mătase artificială transformînd celuloza în xantogenat de celuloză — substanţă solubilă în apă — pe care-l presează printr-o filieră într-o baie de precipiere unde celuloza este regenerată. Procedeul acesta, numit procedeul viscoză, după ce a fost pus la punct de diferiţi chimişti, a devenit astăzi cel mai folosit pentru obţinerea mătăsii artificiale.

La şase ani de la data cînd începuse producţia industrială a firelor de mătase artificială la Besançon, doi germani, pe nume Fremery şi Urban, dizolvă celuloza în aşa-numita soluţie cuproxam sau cuproamoniacală şi trag din soluţie primele fire de mătase cuproamoniacală.

Importanţa fabricării şi dezvoltării industriei de fibre artificiale a fost arătat de marele chimist rus D. I. Mendeleev încă în anul 1900, după ce s-a întors de la Expoziţia industrială din Paris, unde văzuse pentru prima dată mostre de mătase artificială. Iată ce scrie el în ziarul „Reci" („Cuvîntul"), apărut la 18 august 1900: „Dorim... ca şi la noi să se introducă mai repede şi să se dezvolte larg (fabricarea mătăsii viscoză n. a.), mai ales că ţara noastră este foarte bogată în diferite produse vegetale care nu sînt folosite. Afară de aceasta, celuloza nu epuizează solul şi nu poate fi folosită ca aliment... Dacă am transforma deşeurile (obţinute în urma prelucrării lemnului, n.a)

în articole din viscoză, în special în fibre, ne-am îmbogăți mai mult decît din tot comerțul nostru". Dar dorința și visul acestui genial savant n-aveau să fie realizate decît mult mai tîrziu, în anii Puterii Sovietice.

Chimiștii nu s-au mulțumit însă numai cu trei feluri de fibre artificiale (fibre cuproamoniacale, viscoză și nitro), ci au căutat să producă și altele mai bune, mai ieftine. Așa că în urma strădaniilor lor apar fibrele acetat (din acetat de celuloză), fibrele din acizi poliuronici și fibrele din materii proteice. O dată cu asta se lărgește și sursa materiilor prime din care se produc fibrele: după fibrele din celuloză se obțin fibre din lapte, din porumb, fasole și din alge marine!

Ca o încununare a succesului chimiei pe tărîmul fibrelor artificiale apare în anul 1934 și prima fibră sintetică. Spre deosebire de fibre artificiale — fabricate din materiale naturale cu structură macromoleculară, unde de cele mai multe ori starea de fibră preexistă — fibrele sintetice sînt fabricate din substanțe chimice, în care structura de fibră a fost obținută prin operații de sinteză și filare. Fibrele sintetice, pe care le cunoaștem cu toții sub numele de relon, rolan, teran, vinilon, perlon, capron, nylon, orlon etc. au devenit astăzi la fel de importante ca cele naturale și artificiale.

In anii construcției socialiste au intrat în funcțiune la Săvinești fabricile de relon și rolan, care conform Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. își vor dubla capacitatea de producție pînă în 1965. Materiile prime folosite sînt gazele rezultate la prelucrarea țițeiului și gazului metan. De asemenea vom mai produce pe scară industrială fibre sintetice înlocuitoare ale lînii și bumbacului.

In afara acestor fibre sintetice, industria noastră chimică produce fire și fibre artificiale. Ele se fabrică la întreprinderea „Viscofil" din Capitală și la fabrica din Lupeni. In anii următori vor mai fi create unități industriale, a căror producție va acoperi necesarul intern de celofibră, mătase artificială și cord de viscoză. Materia primă va fi formată din celuloza extrasă din stuf și din lemn. In felul acesta, potrivit

prevederilor Congresului al III-lea al P.M.R., în 1965 fabricile noastre vor produce circa 34 000 tone fire și fibre artificiale pe bază de celuloză.

Mătase și lînă din... lemn !

Titlul pare, fără îndoială, ciudat și puțin de crezut. Cum, adică : lînă din lemn ? Am văzut doar mai înainte că din celuloză se poate face mătase artificială. Despre lînă nu s-a spus nimic. E oare o greșeală ? Nu ! Pentru că mătasea viscoză poate fi și ...lînă ! Cîteodată chiar și... bumbac !

Deși pare ciudat, totuși această prefacere a fost făcută de chimie, și nu așa de greu precum ne putem închipui. Pentru asta a fost suficient ca firele de mătase viscoză să fie tăiate la o anumită lungime și apoi încrețite, după care au fost toarse ca firele de bumbac sau de lînă. Dar ca să se ajungă la țesături de bumbac sau lînă făcute din lemn, trebuia să se obțină firul de mătase artificială. Cum se fabrică asemenea fire ?

Pentru fabricarea fibrelor de viscoză se folosește ca materie primă celuloza sulfit extrasă din lemn, din stuf etc., precum și o serie de substanțe chimice auxiliare, cum sînt, de pildă, hidroxidul de sodiu, sulfura de carbon, acidul sulfuric etc.

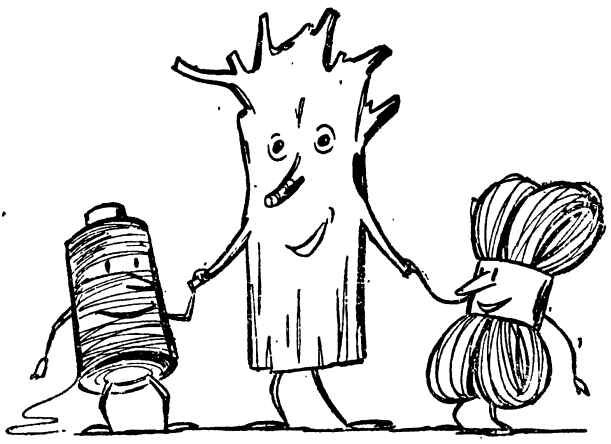
In general nașterea firelor de viscoză necesită trei operații principale : prepararea soluției de filat, formarea fibrelor și finisarea fibrelor obținute.

Ca să putem pricepe procesele ce vor fi expuse ulterior, iată în cîteva cuvinte modul de fabricare al acestor fibre. Celuloza este tratată cu o soluție de hidroxid de sodiu — operație numită mercerizare — și se obține alcaliceluloza. Aceasta, la rîndul ei, reacționează cu sulfura de carbon, iar produsul chimic căpătat este xantogenatul de celuloză. Dizolvînd xantogenatul de celuloză într-o soluție de hidroxid de sodiu

rezultă soluția pentru filat. Întărirea fibrei, adică formarea ei, se face într-o baie de filat care cuprinde anumite substanțe.

După formare, fibrele viscoză sînt supuse unei serii de prelucrări numite, în totalitate, finisare. Acum sînt îndepărtate de pe ele toate urmele de săruri, de sulf; uneori fibrele sînt albite, spălate etc. La sfîrșit, cînd toate aceste operații au fost făcute, cu greu îți vine să crezi că a fost posibilă transformarea unei foi groase de celuloză în fibre fine de „mătase". Cu toate acestea, chimia vrăjitoarea a reușit și acest „tur de forță"! Ba, a făcut chiar mai mult! A făcut din „mătase" lînă și bumbac; a creat celofibra! Aceasta se folosește în țesături și stofe ca înlocuitor de lînă sau bumbac; celofibra se fabrică din fibre de mătase viscoză tăiate la o anumită lungime și supuse unor operații de încrețire și finisare, după care se torc sub formă de fire, așa cum se procedează în industria textilă cu lîna de oaie și bumbacul natural.

In multe din poveștile copilăriei se vorbea de veșminte atît de subțiri încît păreau țesute din fire de păianjen. De altfel, chiar și astăzi considerăm adeseori firul de păianjen limita de finețe a unei fibre. Totuși tehnica a reușit să creeze un „păianjen" care să toarcă un fir mult mai subțire decît al insectei ce-și face „casă" din fire împletite. „Păianjenul" acesta e o mașină care trage fire de mătase cuproamoniacală. Mătasea aceasta, creată de mîna omului, își datorează numele faptului că celuloza este dizolvată într-o soluție cuproamoniacală. Soluția este apoi presată printr-o filieră într-un vas cu apă, unde celuloza pierde cuprul și amoniacul cu care se întovărășise în timpul cît fusese dizolvată. In felul acesta celuloza e regenerată. Dar dacă înainte de fabricație celuloza nu era altceva decît niște foi groase de carton, acum, după fabricație, s-a transformat în fire subțiri din care se pot face cele mai fine țesături. Finețea fibrei de mătase cuproamoniacală este atît de mare, încît ciorapii țesuți din ea sînt așa de transparenți că nu se văd!



Din lemn se face și lînă și bumbac.

In ultimii ani a început să capete dezvoltare fabricarea fibrelor acetat. Spre deosebire de fibrele viscoză și cuproamoniacale, fibrele acetat nu sînt făcute din celuloză pură, ci dintr-un compus chimic al celulozei cu anhidrida acetică, numit acetil-celuloză.

Cu toate că procedeul acesta e mult mai simplu decît celelalte, totuși el nu poate concura procedeul viscoză datorită costului ridicat al materiilor prime folosite (anhidrida acetică, acetonă, alcool, linters etc.). Datorită calităților pe care le au însă fibrele acetat, acestea sînt larg folosite. Este interesant de aflat că mătasea acetat lasă să treacă razele ultraviolete, așa că purtînd un costum de baie confecționat dintr-o asemenea mătase te bronzezi la soare la fel de bine ca și fără costum!

Astăzi, aproximativ 80—85% din producția mondială de fibre artificiale se obține prin procedeul viscoză. Lucrul acesta nu trebuie să mire, deoarece celelalte procedee de care am amintit sînt mai puțin economice decît procedeul viscoză. Și iată de ce: Dintr-un metru cub de lemn se pot scoate 200 kg ce-

luloză, din care se fabrică fibre ce pot înlocui bumbacul recoltat de pe o jumătate de hectar, mătasea naturală de pe 320 000 coconi şi lînă dată de 25—30 oi. Din fibrele artificiale ce se pot fabrica dintr-un metru cub de lemn se pot ţese 4 000 de ciorapi de mătase sau 1 500 metri de ţesături, din care se pot face 500 de rochii! Recunoaşteţi că este un record!

Dar chimiştii nu s-au mulţumit numai cu aceste tipuri de fibre artificiale; ei au căutat şi altele. Astfel au apărut firele din aceto-butirat de celuloză, din carboxi-metil-celuloză, din carboxi-etil-celuloză şi fibrele textile din... alge, adică din acidul alginic ce se extrage din unele alge marine. Totuşi familia fibrelor artificiale nu ar fi completă dacă n-am aminti şi de faptul că...

Porumbul, soia, alunele dau.. lînă!

Povestea lînei din porumb, soia, alune începe în Italia, unde chimiştii se apucaseră să fabrice lînă din ...lapte! Vă veţi întreba desigur ce legătură are lîna cu laptele, porumbul, fasolea soia sau alunele? Şi totuşi între aceste produse atît de deosebite există o legătură. Legătura e făcută de proteine.

Aşa cum spuneam, chimiştii italieni căutau să facă lînă din lapte. Pentru asta ei au plecat de la ideea că acest produs natural conţine o cantitate de proteină (numită cazeină), ce ar putea fi închegată şi transformată în fire, a căror compoziţie chimică să se apropie de lîna naturală. După numeroase încercări ei reuşesc să fabrice „lanitalul" (prescurtarea cuvintelor „lana italiana"), adică lîna italiană.

Dar cazeina e o materie primă scumpă. Chimiştii au început atunci să se întrebe: nu există, oare, o altă materie primă proteică care ar putea înlocui cazeina? Răspunsul a venit prin anul 1948, cînd au început să se fabrice fibre artificiale din zeină. Aceasta e o substanţă proteică aflată în făina de porumb şi una din

Diverse produse textile obținute din plante.

puținele proteine solubile în solvenți organici, proprietate foarte importantă căci ne permite să o extragem ușor, fără ca ceilalți componenți din făină s-o impurifice. În industrie, fabricarea fibrelor din zeină și în general din proteine vegetale se face în mod asemănător cu acelea din cazeina extrasă din lapte.

Curînd s-a văzut că pentru fabricarea fibrelor artificiale proteice se pot folosi și proteinele din alunele de pămînt (arahide). Astfel s-a ajuns la fibra „ardil".

După aceste descoperiri au urmat fibrele din fasole soia, din ricin, turte de bumbac etc. Cine știe ce descoperiri se vor mai face! În orice caz, fibrele artificiale proteice au înaintea lor viitorul datorită pe de o parte unei baze largi de materii prime, iar pe de altă parte rezultatelor bune obținute la prelucrarea lor în amestec cu fibre naturale, fibre viscoză sau fibre sintetice.

Fibre sintetice din... floarea-soarelui și ricin!

Astăzi nu există persoană care să nu folosească un obiect confecționat din relon, rolan, nylon, perlon, capron — mase plastice ce pot fi filate și transformate în fibre.

Dar ce legătură poate fi între relon, rolan, nylon, perlon, capron și plante? Ca să putem răspunde la această întrebare trebuie să aflăm mai întîi ce sînt aceste substanțe și cum se fabrică ele.

Nenumărate denumiri ca: relon în R.P.R., capron în U.R.S.S., perlon în Germania, silon în R. S. Cehoslovacă, nylon în S.U.A., rilsan în Franța și multe altele nu reprezintă altceva decît denumirile locale ale aceluiași tip de mase plastice filabile — masele plastice poliamidice, care, în anumite condiții, pot fi transformate și în fibre.

Dar de ce se numesc „mase plastice poliamidice"? Pentru că sînt, din punct de vedere chimic, niște poliamide — substanțe obținute prin policondensarea (adică

unirea unor molecule prevăzute la capete cu două grupări reactive) diaminelor și a acizilor dicarbonici.

În general, pentru fabricarea maselor plastice poliamidice se pornește de la materii prime rezultate din cărbuni, țiței sau gaze naturale. Să luăm un exemplu: nylonul. Acesta se obține în urma policondensării acidului adipic cu hexametilendiamina. De pildă, pornind de la cărbune, căpătăm fenolul, care poate fi transformat în ciclohexanol, apoi în acid adipic și hexametilendiamină.

Chimiștii au găsit însă și alte căi pentru obținerea acidului adipic și a hexametilendiaminei. Pentru asta au apelat însă la plante, deoarece ele le puteau furniza materia primă.

Una dintre materiile prime din care se poate fabrica nylon sau perlon este vechea noastră cunoștință — furfurolul. Acesta, așa cum am văzut, rezultă prin hidroliza deșeurilor vegetale bogate în pentozani, în special a cojilor de semințe de floarea-soarelui, de bumbac etc. Dar cum e posibilă transformarea furfurolului în nylon sau perlon?

Furfurolul ajuns în uzină este transformat în vapori prin încălzire și apoi e trecut printr-o instalație specială peste un catalizator care îi „fură" un carbon și un oxigen, transformîndu-l în substanța numită furan. Mai departe, în următoarea fază de fabricație, furanul este obligat de un alt catalizator să primească în molecula sa încă 4 atomi de hidrogen, astfel ca să dispară dublele legături dintre carboni și să se obțină tetrahidrofuranul.

Tetrahidrofuranul conține și el un inel format din 4 atomi de carbon și unul de oxigen. În faza următoare de fabricație inelul dispare. Pentru asta, folosind diferite procedee, tetrahidrofuranul este silit să reacționeze cu acidul clorhidric și să formeze substanța numită 1,4-diclorbutan.

Produsul obținut suferă în continuare transformări pînă la acid adipic și hexametilendiamină. Mai departe, prin unirea acidului cu hexametilendiamina se

capătă „sarea de nylon". Aceasta, supusă altor operații, conduce pînă la urmă la nylon.

Dar furfurolul se poate transforma și în relon sau perlon, nu numai în nylon! În acest scop, după ce furfurolul a fost transformat în furan, apoi în tetrahidrofuran, este supus unor reacții chimice care duc la caprolactamă, substanță ce prin policondensare dă naștere relonului sau perlonului.

Furfurolul nu este însă singura materie primă ce se poate căpăta din substanțe vegetale, și care poate duce la nylon. Mai sînt și altele. Dintre acestea fac parte alcoolul etilic și uleiul de ricin. Să începem cu primul.

Alcoolul etilic, așa cum am văzut, se poate căpăta prin fermentația alcoolică a substanțelor dulci sau prin sinteză, pornind de la gazele de rafinărie sau de la gaz metan. Alcoolul etilic este transformat în butadienă, printr-un procedeu asemănător celui folosit de savantul rus Lebedev, în vederea sintezii cauciucului. Butadiena obținută este apoi trecută în diclorbutenă, iar aceasta, cu ajutorul acidului cianhidric, în dicianbutină, din care se capătă la sfîrșit adiponitrilul — substanță de bază în fabricația nylonului.

Fără îndoială că ați avut adeseori ocazia să auziți sau să vedeți pe diferite produse o emblemă pe care scria: „Nylon 66" sau „Nylon 610". Ce semnificație să aibă aceste cifre? Într-un fel, răspunsul ni-l dau... plantele! Mai precis uleiul de ricin. Dar, înainte de toate, să vedem ce reprezintă aceste cifre.

Am văzut că nylonul se fabrică prin policondensarea acidului adipic cu hexametilendiamina. Dacă vom număra atomii de carbon cuprinși în moleculele acestor corpuri, vom vedea că în ambele cazuri ei sînt în număr de 6. De aici și denumirea de „Nylon 66" produsului rezultat prin policondensarea lor. Dar ce reprezintă „Nylon 610"? Am spus că răspunzător de nedumerirea noastră este, nici mai mult nici mai puțin, decît binecunoscutul purgativ — uleiul de ricin. Să vedem de ce. Căutînd să lărgească cît mai mult baza de materii prime necesare fabricării nylonului, și mai

ales să obțină fibre cu anumite calități, chimiștii au înlocuit acidul adipic folosit în fabricație cu acid sebacic — un acid asemănător acidului adipic, dar cu 10 atomi de carbon în moleculă. Substanța obținută prin policondesarea acestui acid cu hexametilendiamina a primit numele de „Nylon 610". Acum fără îndoială că vă este clar de ce produsul se numește așa : cifra 6 reprezintă numărul de carboni din molecula de hexametilendiamină, iar 10 numărul atomilor de carbon din molecula acidului sebacic ; împreună formează 610. Dar ce amestec are aici uleiul de ricin ? Din el se obține acidul sebacic.

Uleiul de ricin mai poate da naștere unei mase plastice folosită pentru fabricarea fibrelor sintetice. E vorba de rilsan, produs ce se fabrică sub acest nume în Franța. Fabricația rilsanului pornește, ca și a nylonului 610, de la acidul ricinoleic. In urma unui întreg șir de operații chimice se capătă pînă la urmă rilsanul, din care se fac țesături de o finețe și trăinicie remarcabilă.

Iată ce transformări uimitoare poate suferi substanța vegetală, sursă inepuizabilă de materii prime pentru industria chimică.

Cuvînt înainte 5

ENIGMA CEA MARE

Încercări 9
Se face lumină 12
Produsele uzinei 18
Se spun calculele şi experienţele 23

DIN UZINA PE OGOARE

Pămîntul trebuie îngrăşat 34
Călătorie în timp 34
Îngrăşămintele aduc belşugul 42
„Elementul vieţii şi gîndirii" 44
Lupta pentru fosfor 47
Rezultatele? 52
Aerul îngraşă 55
Din sol sau din aer? 55
„Vitaminele" plantelor 61
Medicina ogoarelor 64

COMORI ASCUNSE

Tot mai multă hîrtie 68
O incursiune de istoria hîrtiei 68
La o fabrică de hîrtie 73
Numai din lemn? 78
O industrie dulce
Priviri înapoi 83
Pe drumul zahărului 89
Un sac fără fund 92
Prefacerile lemnului
Cărbunele se poate fabrica 95
Lemnul „transpiră" 98
Cărbunele salvator 101
Întrebări şi răspunsuri 104
Solvenţii la lucru 107

Noi materii prime 109
Şi frunzele se valorifică 112
Asaltul ligninei 113
Vanilină din... lemn 116
Ioniţii 120

Arome şi parfumuri
De-a lungul secolelor 122
Ce sînt uleiurile volatile? 124
Întîlnire cu chimistul 127
Chimiştii la lucru 130

O vrăjitorie modernă
Descoperirea lui Kirhoff 132
Zahăr din... lemn! 136
Fire nevăzute 141
Benzenul în pericol? 144

Fermenţii la lucru
Descoperiri epocale 149
Să facem cunoştinţă cu enzimele 151
Nectarul viilor 154
Orz contra viţă de vie 159
„Aqua vitis" 162
Bogăţii, bogăţii, bogăţii... 166

Plante împotriva bolilor
Din istoria farmacologiei 171
Otrăvuri şi medicamente 173
Vitaminele 178
O listă fără sfîrşit 182
Arme împotriva microbilor 184

În lumea maselor plastice
Materiale noi 190
Biliard, cinematograf şi... plante! 192
Celuloidul şi rudele sale 195
Hevea învinsă 198

Fibre bune şi ieftine
Visuri şi realităţi 202
Mătase şi lînă din... lemn! 207
Porumbul, soia, alunele dau... lînă! 210
Fibre sintetice din floarea-soarelui şi ricin 212